



**KAJIAN PENGARUH PEMBANGUNAN JETTY TERHADAP
KAPASITAS SUNGAI MUARA WAY KURIPAN
KOTA BANDAR LAMPUNG**

TESIS

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil**

Oleh

Wursito Adi Baskoro

NIM : L4A006168

PROGRAM PASCASARJANA

MAGISTER TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2009

ABSTRACT

River Way Kuripan is one of the river flows through the middle of Bandar Lampung City. River segment around the estuary is used by traditional fishing boats. The capacity of estuary is reduced by heavy sedimentation.

This research is aimed to study the effects Jetty construction at Way Kuripan River estuary to the capacity of the river, to the sediment transport and to the vicinity coastal condition.

The river stream capacity is analyzed by using HECRAS 4 : The analysis was carried out for four conditions, i.e. (1) river without dredging and without Jetty, (2) river without dredging but with Jetty, (3) river is dredged without Jetty, and (4) river is dredged and construction of Jetty.

The results show that the construction of jetty without dredging would increase water level at the estuary 5.47 % from existing condition, dredging without jetty would reduce water level 20.97%, while constructions of jetty and dredging would reduce water level 17.28 %

Based on the above four conditions it is concluded that construction of jetty could not increase river capacity, even reduce it capacity. However the jetty could flash the sediment out from the estuary. The dredging could increase river capacity is significantly.

Construction of Jetty and dredging of estuary would increase river capacity and avoid the sediment accumulation from river mouth.

The Jetty development would generate accretion in the right site and erosion in the other side of the river mouth. Therefore the Jetty development should be completed with the development of coastal protection such as revetment in left side of the river mouth.

ABSTRAK

Sungai Way Kuripan merupakan salah satu sungai yang mengalir di tengah Kota Bandar Lampung. Alur sungai sekitar muara dimanfaatkan sebagai media keluar masuk kapal nelayan tradisional. Kondisi alur sungai sekitar muara mengalami pendangkalan yang cukup berat yang berakibat berkurangnya kapasitas pengaliran sungai.

Tujuan dari penelitian ini, adalah mengkaji pengaruh pembangunan Jetty di muara Sungai Way Kuripan terhadap : kapasitas pengaliran sungai, kapasitas pengangkutan sedimen yang ada di sungai, pengaruh pembangunan Jetty terhadap kondisi pantai sekitar muara.

Tesis ini menganalisis pengaruh pembangunan Jetty terhadap kapasitas aliran sungai Way Kuripan. Dalam menganalisis kapasitas aliran sungai Way Kuripan digunakan Program HECRAS, untuk 4 (empat) kondisi perlakuan sebagai berikut: (1) sungai tanpa pengerukan dan tanpa pembangunan Jetty (eksisting), (2) sungai tidak dilakukan pengerukan dan hanya pembuatan Jetty, (3) sungai dilakukan pengerukan dan tanpa pembangunan Jetty, dan (4) sungai dilakukan pengerukan dan pembuatan Jetty.

Hasil analisis dengan beberapa skenario didapatkan kapasitas pengaliran Sungai Way Kuripan: Muara sungai dilakukan pembangunan Jetty tanpa pengerukan terjadi kenaikan muka air sebesar 5,47 % dari kondisi awal, sungai dilakukan pengerukan tanpa pembangunan Jetty terjadi penurunan muka air sebesar 20,97 % dari kondisi awal, sungai dilakukan pembangunan Jetty dan pengerukan terjadi penurunan muka air sebesar 17,28 % dari kondisi awal.

Dari kondisi perlakuan diatas bahwa Pembangunan Jetty tidak signifikan menurunkan muka air banjir (kapasitas sungai berkurang). Perlakuan pembangunan Jetty dan dilakukan pengerukan sungai sangat signifikan menurunkan muka air banjir (memperbesar kapasitas pengaliran) sungai Way Kuripan. Jetty diharapkan dapat menghambat pergerakan sedimen dari arah pantai, sehingga mulut sungai tidak tertutup dan kapasitas sungai tetap terjaga.

Pembuatan jetty dan pengerukan muara sungai akan menambah kapasitas sungai untuk mengalirkan air dan mencegah tumpukan sedimen pada mulut muara sungai.

Akibat pembangunan Jetty terhadap pantai sebelah kanan muara sungai akan terjadi pengendapan dan pantai sebelah kiri muara sungai akan terjadi erosi untuk itu perlu diupayakan perlindungan pantai seperti tembok laut.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan Tesis ini guna memenuhi salah satu persyaratan Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Tesis ini merupakan persyaratan yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Pasca Sarjana Program Magister Teknik Sipil konsentrasi Teknik Pantai untuk mencapai jenjang pendidikan tingkat strata dua (S2).

Adapun materi dari Tesis ini adalah Kajian Pengaruh Pembangunan Jetty terhadap Kapasitas Sungai Way Kuripan.

Dalam pembuatan Tesis ini kami selalu berusaha sebaik-baiknya dengan berpegang kepada ketentuan yang berlaku pada prinsip-prinsip teknis, namun karena keterbatasan pengetahuan dan waktu maka kami menyadari dalam penyajiannya jauh dari sempurna. Untuk itu segala saran dan kritik sangat kami harapkan demi sempurnanya Tesis ini.

Akhirnya tidak lupa kami ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada yang terhormat Dr. Ir. Suripin, M.Eng, selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil dan selaku Pembimbing I, Dr. Ir. Suseno Darsono, M.Sc, selaku Pembimbing II, semua dosen dan staf pengajar, Istri, anak-anakku Ricky, Dinda dan Faiz yang memberi dorongan moril.

Selanjutnya harapan kami semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi kepentingan pendidikan di lingkungan Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, April 2009
Penulis,

Wursito Adi Baskoro

DAFTAR ISI

ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Permasalahan	2
1.3 Lokasi Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Hasil Penelitian	3
1.7 Metode Penelitian	6
1.8 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Morfologi Muara Sungai	9
2.1.1 Muara Yang Didominasi Gelombang Laut	9
2.1.2 Muara Yang Didominasi Debit Sungai	10
2.1.3 Muara Yang Didominasi Pasang Surut	11
2.2 Sifat-Sifat Morfologi Muara Sungai	11
2.3 Sifat Aliran Sungai	12
2.4 Strategi Pengelolaan Muara Sungai	12
2.5 Pasang Surut	14
2.5.1 Kurva Pasang Surut	14
2.5.2 Pembangkitan Pasang Surut	15
2.5.3 Tipe Pasang Surut	15
2.5.4 Definisi Elevasi Muka Air	16
2.5.5 Elevasi Muka Air Pasang Surut Rencana	17
2.6 Gelombang	17
2.6.1 Definisi Gelombang	18
2.6.2 Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif	20
2.7 Pembangkitan Gelombang	21
2.7.1 Angin	21
2.7.2 Data Angin	22
2.7.3 Konversi Kecepatan Angin	22
2.7.4 Fetch	23

2.8	Statistik dan Peramalan Gelombang	23
2.8.1	Statistik Gelombang	24
2.8.2	Gelombang Representatif	25
2.9	Transpor Sedimen Pantai	25
2.9.1	Angkutan Sedimen Sejajar Pantai	25
2.9.2	Perubahan Garis Pantai	27
2.10	Angkutan Sedimen di Sungai	29
2.11	Hujan Rancangan	30
2.12	Hidrograf Satuan Sintetik (Synthetic Unit Hydrograph)	33
2.12.1	Parameter DAS	36
2.12.2	Hidrograf Satuan Sintetik Gama I	38
2.13	Jenis Aliran	39
2.14	Energi dalam Aliran Saluran Terbuka	40
2.15	Momentum dalam Aliran Saluran Terbuka	43
2.16	Aliran Berubah Lambat Laun	45
2.17	Kontinuitas Aliran Tak Tunak	47
2.17.1	Persamaan Dinamik Aliran Tak Tunak	48
2.18	Bangunan Jetty	50
2.18.1	Jenis Bangunan	51
2.18.2	Jenis Konstruksi	51
2.18.3	Jenis Peruntukkan	51
BAB III METODOLOGI		52
3.1	Umum	52
3.2	Metode Pengumpulan Data	53
3.2.1	Data Primer	53
3.2.2	Data Sekunder	53
3.3	Metode Analisis Kapasitas Sungai	54
3.3.1	Analisis Data Hidrologis	54
3.3.2	Analisis Data Pasang Surut	54
3.3.3	Analisis Data Gelombang	54
3.3.4	Analisis Data Sedimen	55
3.4	Metode Analisis Pengangkutan Sedimen	55
3.5	Metode Analisis Kondisi Pantai Sekitar Muara Sungai	55
3.6	Metode Penyajian Data	55
BAB IV KAJIAN PENGARUH PEMBANGUNAN JETTY		56
4.1	Tinjauan Daerah Aliran Sungai Way Kuripan	56
4.2	Hujan Harian Maksimum Daerah Aliran Sungai (HHM DAS)	57
4.2.1	HHM Rata-rata DAS	58
4.2.2	Hujan Rancangan	58
4.2.3	Hujan Jam-jaman	61
4.2.4	Debit Banjir Rancangan	62
4.3	Pengamatan Pasang Surut	73
4.3.1	Analisis Data Pasang Surut	74
4.4	Pengamatan Arus Laut	75
4.5	Pengolahan Data Angin	76

4.5.1	Perhitungan Kala Ulang Gelombang Rencana	80
4.6	Analisa Sedimen Sungai	81
4.7	Analisa Perubahan Morfologi Sungai	82
4.8	Analisis Kapasitas Pengaliran Sungai Way Kuripan	85
4.8.1	Skematisasi Model pada Program HECRAS	85
4.8.2	Langkah Pemodelan dengan Program HECRAS 4.0.87	
4.8.3	Analisis Tinggi Muka Air untuk Tiap Kala Ulang	87
4.9	Analisis Kapasitas Pengangkutan Sedimen yang ada di Sungai	103
4.10	Analisis Kondisi Pantai Sekitar Muara	107
4.10.1	Perubahan Garis Pantai	107
4.10.2	Analisis Sebaran Suspended Sedimen Sekitar Muara Sungai	109
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI		110
5.1	Kesimpulan	110
5.2	Rekomendasi	111
DAFTAR PUSTAKA		112
LAMPIRAN.....		114

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Analisis sifat statistik data hujan	31
Tabel 2.2	Memilih jenis distribusi frekuensi yang digunakan	31
Tabel 4.1	Data Hujan Harian Maksimum DAS Way Kuripan.....	58
Tabel 4.2	Analisis sifat statistik data hujan	59
Tabel 4.3	Memilih jenis distribusi frekuensi yang digunakan	59
Tabel 4.4	Probabilitas data hujan	60
Tabel 4.5	Hitungan untuk penggambaran garis teoritis Log Pearson Tipe III	61
Tabel 4.6	Hujan harian rancangan DAS Way Kuripan	61
Tabel 4.7	Intensitas hujan jam-jaman DAS Way Kuripan.....	62
Tabel 4.8	Analisis hidrograf satuan sintetik Gama I	66
Tabel 4.9	Hubungan waktu dan debit HSS Gama I	67
Tabel 4.10	..... Hasil perhitungan debit rancangan tiap kala ulang	69
Tabel 4.11	..... Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 2 tahun	69
Tabel 4.12	..... Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 5 tahun	70
Tabel 4.13	..... Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 10 tahun	70
Tabel 4.14	..... Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 25 tahun	71
Tabel 4.15	..... Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 50 tahun	71
Tabel 4.16	..... Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 100 tahun	72

Tabel 4.17	..... Komponen pasang surut Metode Admiralty	74
Tabel 4.18	..... Hasil perhitungan komponen pasang surut	75
Tabel 4.19	..... Data pengamatan kecepatan arus laut	75
Tabel 4.20	.. Distribusi arah dan kecepatan angin di wilayah pantai Kecamatan Teluk Betung Selatan	76
Tabel 4.21	..... Hitungan panjang Fetch Efektif untuk berbagai arah	79
Tabel 4.22	..... Distribusi arah dan tinggi gelombang	79
Tabel 4.23	..... Hasil perhitungan statistik gelombang dengan metoda Gumbel untuk berbagai kala ulang	80
Tabel 4.24	..... Sedimen Sungai Way Kuripan	81
Tabel 4.25	..... Elevasi muka air pada sta. A	91
Tabel 4.26	..... Elevasi muka air pada sta. BM BPN	96
Tabel 4.27	..... Elevasi muka air pada sta. K 2	101
Tabel 4.28	..... Punurunan muka air untuk beberapa kondisi	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi penelitian	4
Gambar 1.2	Peta situasi lokasi penelitian	5
Gambar 2.1	Sket definisi gelombang	18
Gambar 2.2	Pembagian pantai menjadi sejumlah sel	28
Gambar 2.3	Perubahan garis pantai	28
Gambar 2.9	Hidrograf satuan sintetik	34
Gambar 2.10	Penentuan faktor WF	36
Gambar 2.11	Penetapan faktor luas DAS sebelah hulu (RUA)	37
Gambar 2.12	Faktor simetri	37
Gambar 2.13	Penetapan ordo sungai	38
Gambar 2.14	Hidrograf satuan sintetik Gama I	39
Gambar 2.15	Energi dalam aliran saluran terbuka berubah beraturan	41
Gambar 2.16	Penerapan dalil momentum	43
Gambar 2.17	Penurunan persamaan aliran berubah lambat laun	46

Gambar 2.18	Kontinuitas aliran tak tunak	47
Gambar 2.19	Gambaran sederhana energi pada aliran tak tunak	49
Gambar 3.1	Diagram alir pelaksanaan penelitian	53
Gambar 4.1	Lahan reklamasi di salah satu sisi muara Sungai Way Belau Kuripan.....	57
Gambar 4.2	Daerah Aliran Sungai Way Kuripan	64
Gambar 4.3	Jaringan Sungai Way Kuripan	65
Gambar 4.4	HSS Gama I	68
Gambar 4.5	Hidrograf banjir HSS Gama I untuk masing-masing kala ulang	73
Gambar 4.6	Pasang surut di Teluk Betung Selatan	73
Gambar 4.7 ...	Diagram distribusi arah dan kecepatan angin di wilayah Pantai Kecamatan Teluk Barat	77
Gambar 4.8	Penarikan garis-garis untuk perhitungan panjang Fetch Efektif	78
Gambar 4.9	Diagram distribusi arah dan tinggi gelombang	80
Gambar 4.10	Kurva analisis ukuran butir	82
Gambar 4.8	Kondisi Muara sungai Way Kuripan Saat kondisi air pasang	83
Gambar 4.11	Kondisi muara Sungai Way Kuripan saat kondisi air pasang	83

Gambar 4.12	Kondisi muara Sungai Way Kuripan saat kondisi air surut	84
Gambar 4.13	Kondisi daerah muara Sungai Way Kuripanyang memungkinkan terjadi genangan banjir.....	84
Gambar 4.14 ..	Hasil skematisasi program yang menunjukkan geometri sungai	86
Gambar 4.15	Sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan Sta. A 12	88
Gambar 4.16	Sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan Sta. A 12.....	88
Gambar 4.17	Sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty Sta. A 12	89
Gambar 4.18	Sungai dengan Jetty dan pengerukan Sta. A 12	89
Gambar 4.19	Grafik hubungan tinggi muka air dengan 4 kondisi perlakuan (Sta A 12)	90
Gambar 4.20	Sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan Sta. BM BPN	92
Gambar 4.21	Sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan Sta. BM BPN	93
Gambar 4.22	Sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty Sta.BM BPN	93
Gambar 4.23	Sungai dengan Jetty dan pengerukan Sta. BM BPN	94
Gambar 4.24	Grafik hubungan tinggi muka air dengan 4 Kondisi Perlakuan (Sta BM BPN)	95
Gambar 4.25	Sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan Sta.K 2	97
Gambar 4.26	Sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan Sta. K 2	98

Gambar 4.27	Sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty Sta.K 2	98
Gambar 4.28	Sungai dengan Jetty dan pengerukan Sta. K 2	99
Gambar 4.29	Grafik hubungan tinggi muka air dengan 4 kondisi perlakuan (Sta K 2)	100
Gambar 4.30	Kondisi dasar saluran tanpa Jetty dan tanpa pengerukan	104
Gambar 4.31	Kondisi dasar saluran dengan jetty dan tanpa pengerukan	104
Gambar 4.32	Kondisi dasar saluran tanpa Jetty dan dengan pengerukan	105
Gambar 4.33	Kondisi dasar saluran dengan Jetty dan dengan pengerukan	105
Gambar 4.34 ..	Perubahan pengangkutan tanpa Jetty dan dengan pengerukan	106
Gambar 4.35	Perubahan pengangkutan dengan Jetty dan dengan pengerukan	106
Gambar 4.36	Perubahan garis pantai adanya pembangunan Jetty	108
Gambar 4.37 ..	Hasil pemodelan suspended sediment, kondisi pasang tertinggi	110
Gambar 4.38	Hasil pemodelan suspended sediment, kondisi surut terendah	110

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Muara sungai berfungsi sebagai pengeluaran / pembuangan debit sungai terutama pada waktu banjir ke laut. Muara sungai mempunyai nilai ekonomis yang penting karena dapat berfungsi sebagai alur penghubung antara laut dan daerah yang cukup dalam di daratan.

Permasalahan yang sering dijumpai adalah banyaknya endapan di muara sungai sehingga tampang alirannya menjadi kecil yang dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut.

Beragam kegiatan banyak berkembang di kawasan muara sungai, seperti aktivitas pelabuhan, pemukiman, industri, pariwisata, perikanan/pertambakan, dan lain sebagainya. Jika pengembangan yang dilakukan kurang memperhatikan aspek konservasi lingkungan akan menimbulkan dan mempercepat terjadinya proses perubahan fisik dan biologi yang merusak kawasan muara sungai dan pantai di sekitarnya.

Kerusakan kawasan pantai akan mengakibatkan hilangnya lahan potensial dengan nilai ekonomis dan ekologi yang sangat besar seperti terumbu karang, hutan bakau dan sebagainya. Beberapa sungai yang bermuara di Teluk Bandar Lampung saat ini mengalami sedimentasi yang cukup tinggi. Muara sungai telah mengalami sedimentasi akibat reklamasi Teluk Bandar Lampung yang tidak teratur dan tumbuhnya pemukiman padat di sepanjang bantaran sungai ke arah muara.

Sungai Way Kuripan merupakan salah satu dari beberapa sungai yang melintas di Kota Bandar Lampung yang bermuara di Teluk Lampung. Di bagian hulu yang merupakan perbukitan, air sungainya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air baku Perusahaan Air Minum Kota Bandar Lampung sedang bagian hilir dekat muara dimanfaatkan sebagai alur keluar masuk kapal nelayan tradisional. Kondisi alur dan

penampang sungai banyak terdapat sedimen dan sampah yang menyebabkan kapasitas pengaliran sungai berkurang.

Pembangunan Jetty di muara sungai Way Kuripan diharapkan dapat mengurangi genangan air sekitar sungai dan mengurangi endapan sedimen di mulut sungai, untuk itu perlu dilakukan kajian pembangunan Jetty.

Perumusan Permasalahan

Aliran air yang melalui sungai akan bercampur dengan air laut di muara, dengan tingkat pencampuran serta titik temu yang dipengaruhi oleh debit, gelombang dan pasang surut. Dengan adanya pertemuan antara dua masa air yang berbeda dapat dipastikan pada muara sungai terjadi pola endapan sedimen baik yang dibawa sungai maupun oleh laju sedimen laut.

Sungai Way Kuripan mempunyai panjang 9,6 km dan luas *cathment area* 31 km², *catchment area* bagian hulu merupakan perbukitan dari Bukit Betung kondisinya saat ini menurun akibat alih fungsi lahan.

Sungai Way Kuripan merupakan sungai yang selalu mengalir sepanjang tahun, pada musim hujan debit sungai cukup besar sedang waktu kemarau debit sungai sangat kecil.

Sedimentasi yang ada di muara sungai dapat mempengaruhi aliran sungai karena mengurangi kapasitas pengaliran, dan bahkan menutup mulut sungai. Pengamanan muara yang sering dilakukan adalah dengan membuat jetty pada bagian mulut sungai untuk itu perlu dikaji bagaimana pengaruh jetty terhadap kapasitas pengaliran sungai.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Muara Sungai Way Kuripan yang terletak di Kecamatan Teluk Betung Barat Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung. Secara umum lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.1 dan Peta Situasi di Muara Sungai Way Kuripan disajikan pada Gambar 1.2.

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah pengaruh pembangunan Jetty terhadap kapasitas pengaliran Sungai Way Kuripan. Penelitian mengambil obyek di muara Sungai Way Kuripan Kota Bandar Lampung.

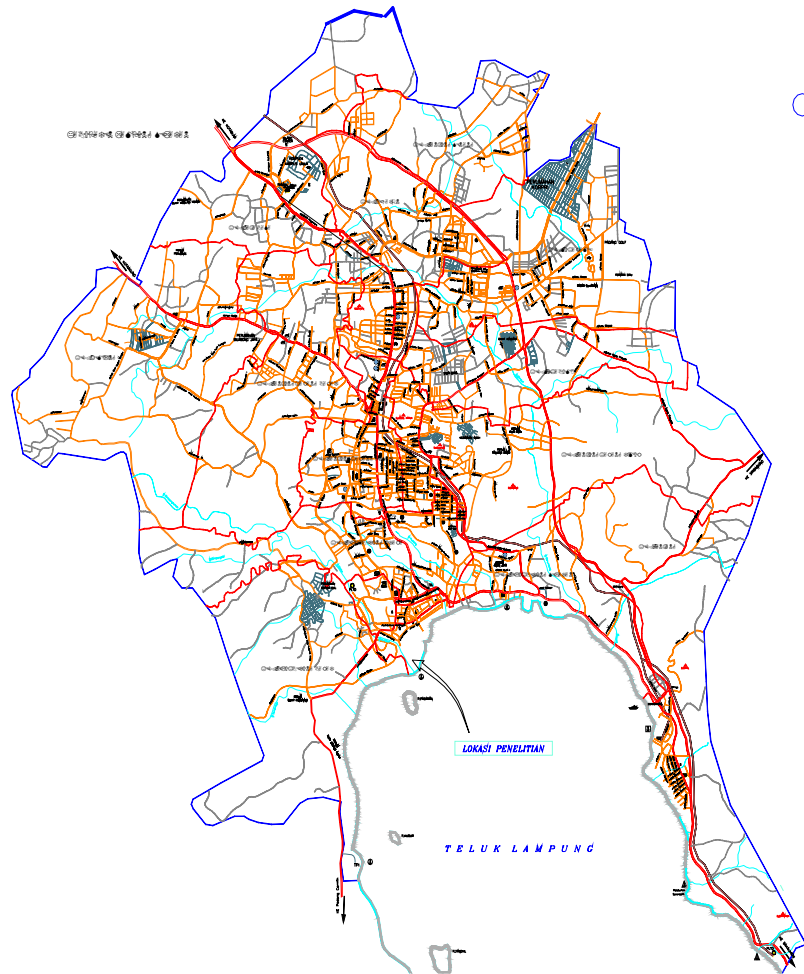
Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, adalah mengkaji pengaruh pembangunan Jetty di muara sungai Way Kuripan terhadap:

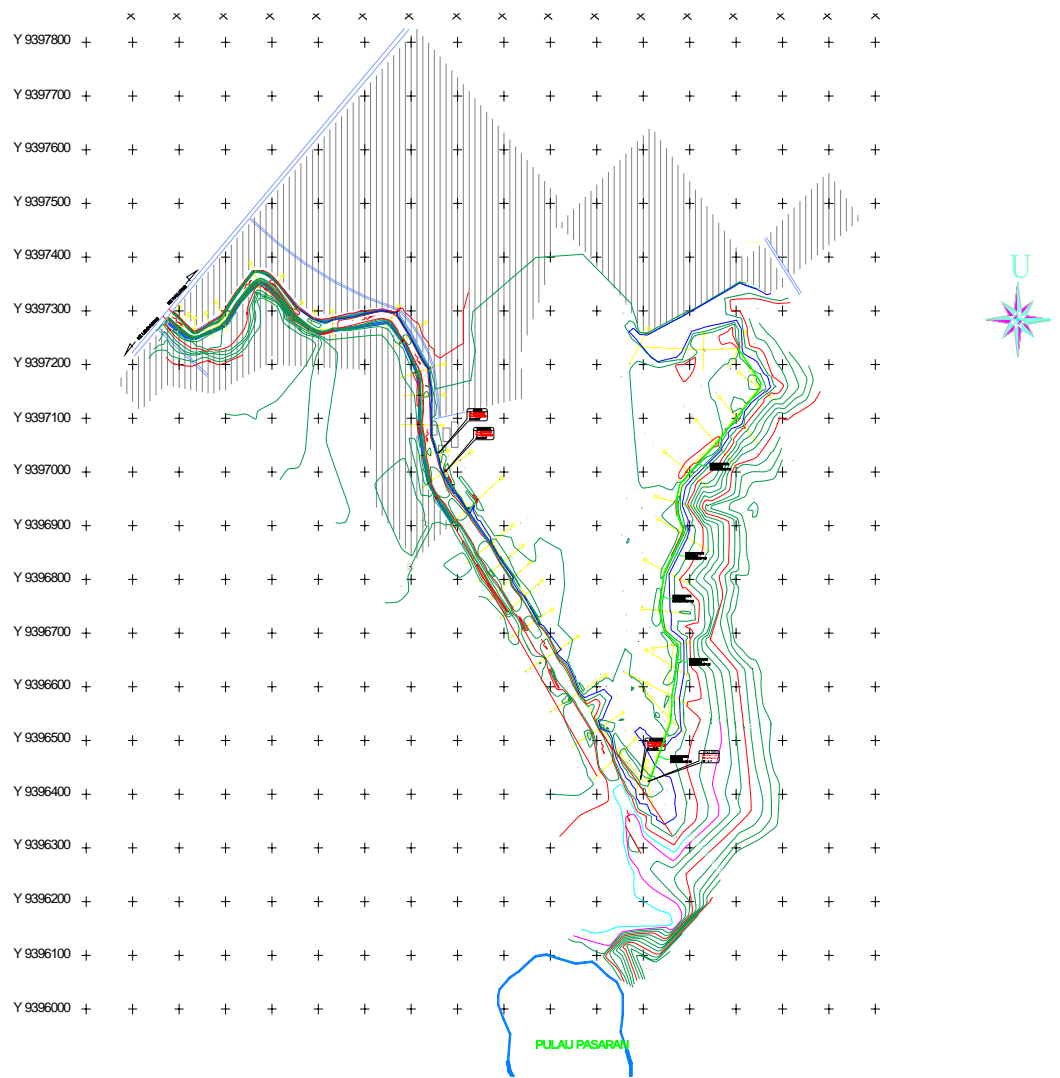
1. Kapasitas pengaliran sungai.
2. Kapasitas pengangkutan sedimen yang ada di sungai.
3. Pengaruh pembangunan Jetty terhadap kondisi pantai sekitar muara.

Manfaat Hasil Penelitian

Hasil akhir penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pemahaman tentang pengaruh pembangunan Jetty terhadap hidrodinamika muara.



Gambar 1.1 Lokasi penelitian



Gambar 1.2 Peta situasi lokasi penelitian

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dengan melakukan observasi lapangan dari pengamatan secara fisik. Sedangkan untuk data sekunder diperoleh dengan melakukan survei dari instansi terkait yang diperlukan dalam rangka analisa kapasitas sungai. Metoda yang digunakan menganalisa kapasitas sungai khususnya muara sungai dengan menggunakan program HEC-RAS. Untuk mengetahui pergerakan sedimen sekitar muara digunakan program MIKE 21 dan Sed2d.

Sistematika Penulisan

Secara garis besar, sistematika penulisan dalam penelitian ini memuat hal-hal sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Uraian umum tentang latar belakang, perumusan permasalahan, lokasi penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat hasil penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang teori yang berhubungan dengan kajian kapasitas sungai dan konsep analisis yang akan digunakan di dalam kegiatan Kajian Pembangunan Jetty terhadap Kapasitas Aliran Sungai Kuripan.

- Morfologi muara sungai.
- Sifat aliran sungai.
- Strategi pengelolaan sungai.

- Pasang surut.
- Gelombang.
- Angkutan sedimen sungai.
- Perubahan garis pantai.
- Debit banjir rancangan.
- Energi dalam aliran saluran terbuka.
- Persamaan dinamik aliran.
- Bangunan Jetty

BAB III : METODOLOGI

Menjelaskan tentang metode kajian yang dilakukan.

- Metode pengumpulan data: data primer dan data sekunder.
- Metode analisis: kapasitas sungai untuk 4 (empat) skenario perlakuan sungai: kondisi tanpa perlakuan, kondisi sungai dengan pembuatan Jetty, kondisi sungai dilakukan pengerukan, kondisi sungai dengan Jetty dan pengerukan.
- Pengangkutan sedimen sungai, perubahan garis pantai,
- Penyajian hasil.

BAB IV : KAJIAN PENGARUH PEMBANGUNAN JETTY

Memaparkan analisis kapasitas pengaliran sungai, kapasitas pengangkutan sedimen sungai dan analisis kondisi pantai sekitar muara.

BAB V : KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Menjelaskan tentang kesimpulan dan rekomendasi atas kajian pengaruh pembangunan jetty terhadap kapasitas sungai, angkutan sedimen, pantai sekitar muara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Sedimen yang terjadi di muara / alur sungai Way Kuripan Kota Bandar Lampung mengakibatkan terjadinya banjir dan menurunnya kualitas lingkungan di kawasan tersebut. Sedimen bisa terjadi secara alami atau karena adanya pengembangan daerah hulu yang tidak mempertimbangkan daya dukung yang merusak daerah tangkapan sungai. Adanya penumpukan sedimen telah mengakibatkan berkurangnya kapasitas pengaliran sungai untuk itu dalam rangka mengkaji permasalahan muara sungai maka perlu ditinjau teori yang melandasi.

Morfologi Muara Sungai

Muara sungai dapat dibedakan dalam tiga kelompok yang tergantung pada faktor dominan yang mempengaruhinya. Ketiga faktor dominan tersebut adalah gelombang, debit sungai dan pasang surut (Yuwono, 1994). Ketiga faktor tersebut bekerja secara simultan tetapi biasanya salah satunya mempunyai pengaruh lebih dominan. Gelombang memberikan pengaruh paling dominan pada sungai kecil yang bermuara di laut terbuka (luas). Sebaliknya sungai besar yang bermuara di laut tenang didominasi oleh debit sungai (Triatmojo, 1999).

Muara Yang Didominasi Gelombang Laut

Gelombang besar yang terjadi pada pantai berpasir dapat menyebabkan angkutan sedimen pasir, baik dalam arah tegak lurus maupun sejajar pantai. Dari kedua jenis transport tersebut, transport sedimen sepanjang pantai adalah yang paling dominan (Triatmojo, 1999). Transport sedimen sepanjang pantai terdiri dari dua komponen yaitu transport sedimen dalam bentuk mata gergaji di garis pantai dan transpor sepanjang pantai di *surf zone*. Angkutan sedimen tersebut dapat bergerak

masuk ke muara sungai dan karena di daerah tersebut kondisi gelombang sudah tenang maka sedimen akan mengendap. Banyaknya endapan tergantung pada gelombang dan ketersediaan sedimen di pantai. Semakin besar gelombang semakin besar angkutan sedimen dan semakin banyak sedimen yang mengendap di muara.

Apabila debit sungai kecil kecepatan arus tidak mampu mengerosi endapan tersebut sehingga muara sungai dapat benar benar tertutup oleh sedimen

Muara Yang Didominasi Debit Sungai

Muara ini terjadi pada sungai dengan debit sepanjang tahun cukup besar yang bermuara di laut dengan gelombang relatif kecil. Sungai tersebut membawa angkutan sedimen dari hulu cukup besar. Sedimen yang sampai di muara sungai merupakan sedimen suspensi dengan diameter partikel sangat kecil (Triatmojo, 1999), yaitu dalam beberapa mikron. Sifat-sifat sedimen kohesif ini lebih tergantung pada gaya-gaya permukaan dari pada gaya berat, yang berupa gaya tarik menarik dan gaya tolak menolak. Mulai salinitas air sekitar 1 sampai 3 ‰, gaya tolak menolak antara partikel berkurang dan partikel-partikel tersebut akan berkabung membentuk flokon dengan diameter jauh lebih besar dari partikel individu. Demikian juga kecepatan endapnya meningkat tajam. Pada waktu air surut sedimen tersebut akan terdorong ke muara dan menyebar di laut. Selama periode sekitar titik balik di mana kecepatan aliran kecil, sebagian suspensi mengendap. Saat berikutnya di mana air mulai pasang, kecepatan aliran bertambah besar dan sebagian suspensi dari laut masuk kembali ke sungai bertemu sedimen yang berasal dari hulu.

Selama periode dari titik balik ke air pasang maupun air surut kecepatan aliran bertambah sampai mencapai maksimum dan kemudian berkurang lagi. Di alur sungai, terutama pada waktu air surut kecepatan aliran besar, sehingga sebagian sedimen yang diendapkan tererosi kembali. Tetapi di depan muara di mana aliran telah menyebar, kecepatan aliran lebih kecil sehingga tidak mampu mengerosi semua sedimen yang telah diendapkan. Dengan demikian dalam satu siklus pasang surut jumlah sedimen yang mengendap lebih banyak daripada yang tererosi, sehingga terjadi pengendapan di

depan mulut sungai. Proses tersebut terjadi terus menerus sehingga muara sungai akan maju ke arah laut membentuk delta.

Muara Yang Didominasi Pasang Surut

Apabila tinggi pasang surut cukup besar, volume air pasang yang masuk sungai sangat besar (Triatmojo, 1999). Air laut akan berakumulasi dengan air dari hulu sungai. Pada waktu air surut, volume air yang sangat besar tersebut mengalir keluar dalam periode waktu tertentu yang tergantung pada tipe pasang surut. Kecepatan arus selama air surut tersebut besar, yang cukup potensial membentuk muara sungai. Muara sungai tipe ini berbentuk corong atau lonceng. Angkutan sedimen berasal dari sungai dan laut. Beberapa endapan terjadi di muara sungai. Di sebagian besar perairan di Indonesia tinggi pasang surut adalah kecil, yaitu berkisar antara 1 dan 2 m, sehingga tidak terbentuk muara sungai tipe ini.

Sifat-Sifat Morfologi Muara Sungai

Muara sungai berada di bagian hilir dari daerah aliran sungai, yang menerima masukan debit di ujung hulunya. Pada periode pasang muara sungai juga menerima debit aliran yang ditimbulkan oleh pasang surut. Dalam satu periode pasang dengan durasi sekitar 6 atau 12 jam, di estuari terkumpul massa air dalam jumlah sangat besar. Pada waktu periode surut dengan durasi yang hampir sama, volume air tersebut harus dikeluarkan ke laut, sehingga menyebabkan kecepatan aliran yang besar. Fenomena tersebut berlangsung terus menerus, sehingga morfologi estuari akan menyesuaikan diri dengan gaya-gaya hidro dinamis yang bekerja padanya. Tampang aliran estuari menjadi besar untuk dapat melewati debit aliran tersebut. Biasanya kedalaman dan lebar estuari lebih besar daripada di daerah hulunya.

Sifat Aliran Sungai

Aliran air di sungai yang mengalir satu arah dari hulu ke arah hilir, sesungguhnya merupakan gabungan dua jenis sumber aliran yaitu aliran air permukaan (*surface flow / run off*) dan aliran air dalam tanah (*ground water flow*) yang bersama-sama masuk ke alur sungai (Jatmoko, 1987).

Besarnya aliran tergantung pada luas daerah aliran sungai, geomorfologi, jenis penutup permukaan yang ada dan besaran curah hujan yang jatuh pada daerah pematasan tersebut.

Aliran sungai akan selalu berubah-ubah, terutama disebabkan oleh besaran curah hujan yang bervariasi jatuh di daerah tersebut dan jenis penutup permukaan.

Data yang diperoleh dari sifat aliran sungai adalah data debit air dan data debit sedimen yang mengalir ke arah hilir dan mempengaruhi stabilitas *outlet* yang akan dibangun.

Stabilitas muara amat dipengaruhi oleh debit air sungai yang mengangkut material ke arah hilir, dengan pertimbangan bahwa lebih kecil pengaruh aliran sungai dibandingkan dengan pengaruh gelombang laut maupun pengaruh pasang surut, maka mulut muara akan tertutup oleh endapan sejajar pantai (*sand bar*) yang pada gilirannya akan menghambat laju aliran sungai dari daerah hulu.

Perubahan lokasi bukaan mulut muara sungai di daerah pantai diakibatkan oleh mekanisme besar kecilnya aliran air sungai yang menerobos pasir penghalang yang tertimbun di daerah pantai.

Dibukanya *outlet* untuk mengalirkan air sungai dari arah hulu, maka harus diperhitungkan lebar bukaan outlet lebih besar agar air banjir bisa lewat melalui saluran *outlet*, dan bukaan lebih kecil agar sedimentasi yang mengendap di alur *outlet* bisa terangkut ke laut, dan agar pengaruh gelombang laut tidak banyak berpengaruh serta agar intrusi air laut ke arah hulu sungai dapat diperkecil.

Strategi Pengelolaan Muara Sungai

Permasalahan yang banyak dijumpai di muara sungai adalah pendangkalan/penutupan mulut sungai oleh sedimen pasir yang terutama berasal dari

laut. Permasalahan tersebut banyak terjadi di sungai-sungai yang bermuara di pantai berpasir dengan gelombang yang besar, terutama jika variasi debit musimannya besar. Pendangkalan menyebabkan masalah pokok yaitu adanya ketidak-lancaran pembuangan debit banjir ke laut sehingga luapan air di daerah hulu, dan terganggunya kapal-kapal yang memanfaatkan mulut sungai sebagai alur pelayaran. Untuk itu perlu dilakukan pengeloaan muara sungai sebagai berikut (Triatmojo, 1999):

- Mulut sungai selalu terbuka

Supaya mulut sungai selalu terbuka diperlukan dua buah jetty panjang untuk menghindari sedimentasi di dalam alur dan pembentukan sand bar. Sedimentasi ini disebabkan oleh gerakan sedimen dalam arah tegak lurus pantai dan angkutan sedimen sepanjang pantai. Jetty dibuat cukup panjang menjorok ke laut sampai ujungnya berada pada kedalaman dimana tidak terjadi gerak sedimen. Kedalaman tersebut berada di luar gelombang pecah.

Lokasi gelombang pecah selalu berubah karena adanya pasang surut. Penentuan panjang jetty didasarkan pada muka air surut, sedang tinggi gelombang didasarkan pada gelombang rencana. Panjang jetty disebelah kiri dan kanan tidak harus sama, tergantung pada arah gelombang dominan.

Karena transpor sedimen sepanjang pantai terhalang seluruhnya., maka akan terjadi perubahan garis pantai yang besar di sekitar bangunan. Di sebelah hulu akan terjadi sedimentasi (*akresi*) sedang sebelah hilir akan terjadi erosi yang dapat merugikan. Untuk menanggulangi erosi yang terjadi di hilir jetty perlu dibuat bangunan pengendali erosi seperti *revetmen*, *groyne*, pemecah gelombang atau kombinasi.

Pengendapan pasir di mulut sungai masih mungkin terjadi apabila perubahan garis pantai telah mencapai ujung jetty, sehingga transport sedimen sepanjang pantai dapat melintasi dan masuk ke mulut sungai.

- Mulut sungai boleh tertutup

Untuk alternatif ini terdapat dua pilihan yaitu mulut sungai tetap atau boleh berpindah. Pembelokan muara sungai dapat menyebabkan sungai bertambah panjang, yang secara hidraulis dapat mengurangi kemampuan untuk melewati debit. Disamping itu, pembelokan dapat mengerosi daerah yang berada pada alur sungai yang berbelok tersebut. Untuk menahan pembelokan muara sungai, perlu dibuat bangunan jetty sedang, jetty pendek, bangunan di tebing mulut sungai, atau pengerukan rutin endapan. Apabila muara sungai diijinkan untuk membelok, penanganan dapat dilakukan dengan pengerukan endapan di mulut sungai.

Pengerukan endapan di mulut sungai merupakan alternatif penanganan paling sederhana dan murah. Pengerukan dilakukan pada awal musim penghujan. Untuk mendapatkan alur yang maksimal diperlukan volume pengerukan besar yang dapat dilakukan dengan alat berat.

Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit (Triatmojo, 1999), terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar dari pada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar dari pada gaya tarik matahari. Pengetahuan tentang pasang surut adalah penting di dalam perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan. Elevasi muka air tertinggi dan terendah sangat penting untuk merencanakan bangunan-bangunan tersebut.

Kurva Pasang Surut

Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi dan air terendah yang berturutan. Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada air rerata ke posisi yang sama berikutnya. Periode pada mana muka air naik disebut pasang, sedang pada saat air turun disebut surut. Variasi muka air

menimbulkan arus yang disebut dengan arus pasang surut. Titik balik (*slack*) adalah saat di mana arus berbalik antara arus pasang dan arus surut. Titik balik ini bisa terjadi pada saat muka air tertinggi dan muka air terendah. Pada saat tersebut kecepatan arus adalah nol (Triatmojo, 1999).

Pembangkitan Pasang Surut

Gaya-gaya pembangkit pasang surut ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari. Penjelasan terjadinya pasang surut dilakukan hanya memandang suatu sistem bumi-bulan (Triatmojo, 1999), sedang untuk sistem bumi-matahari penjelasannya adalah identik. Dalam penjelasan ini dianggap bahwa permukaan bumi, yang apabila tanpa pengaruh gaya tarik bulan, tertutup secara merata oleh laut.

Rotasi bumi menyebabkan elevasi muka air laut di khatulistiwa lebih tinggi daripada di garis lintang yang lebih tinggi. Tetapi karena pengaruhnya yang seragam di sepanjang garis lintang yang sama, sehingga tidak bisa diamati sebagai variasi pasang surut. Oleh karena itu rotasi bumi tidak menimbulkan pasang surut (dianggap bumi tidak berotasi).

Tipe Pasang Surut

Pasang surut dibedakan dalam empat tipe (Triatmojo, 1999):

- Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*) .
- Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.
- Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)
- Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.

- Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*).
- Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.
- Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)
- Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali air surut dengan periode yang sangat berbeda.

Definisi Elevasi Muka Air

Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut (Triatmojo, 1999):

- Muka air pasang tinggi (*high water level*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- Muka air rendah (*low water level*). kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.
- Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- Air rendah terendah (*lowest low water level*, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Elevasi Muka Air Pasang Surut Rencana

Dalam menentukan elevasi muka air laut (MHWL, MLWL, MSL) ditentukan berdasarkan pengukuran pasang surut selama minimum 15 hari. Pengukuran dilakukan dengan sistim topografi lokal di lokasi (Triatmojo, 1999). Elevasi muka air laut rencana merupakan parameter sangat penting di dalam perencanaan bangunan pantai. Elevasi tersebut merupakan penjumlahan dari beberapa parameter yaitu pasang surut, *tsunami*, *wave setup*, *wind setup* dan kenaikan muka air karena perubahan suhu global.

Pasang surut merupakan faktor terpenting di dalam menentukan elevasi muka air rencana. Penetapan MHWL dan HHWL tergantung pada kepentingan bangunan yang direncanakan.

Gelombang

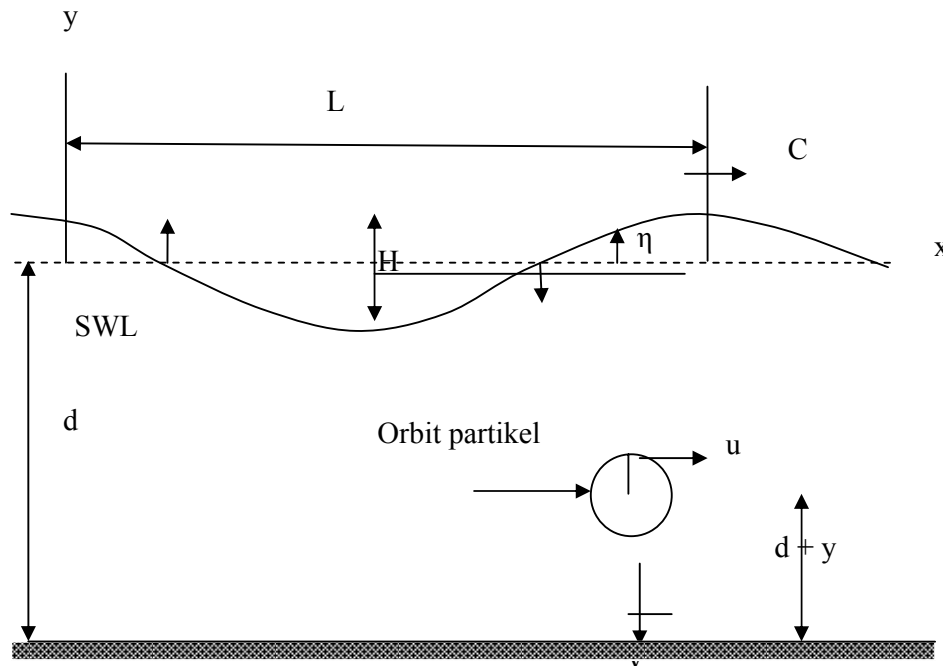
Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak. Diantara beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting di dalam teknik pantai adalah gelombang angin (gelombang) dan pasang surut. Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai.

Pasang surut juga merupakan faktor penting karena bisa menimbulkan arus yang cukup kuat terutama di daerah yang sempit. Selain itu elevasi muka air pasang dan air surut juga sangat penting untuk merencanakan bangunan-bangunan pantai.

Pada umumnya bentuk gelombang di alam adalah sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidak-linear, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang random (suatu deret gelombang mempunyai tinggi dan periode berbeda). Ada beberapa teori dengan berbagai derajat kekompleksan dan ketelitian untuk menggambarkan gelombang di alam diantaranya teori Airy, Stokes, Gerstner, Mich, Knoidal dan tunggal. Teori gelombang *Airy* merupakan gelombang amplitudo kecil, sedang teori yang lain adalah gelombang amplitudo terbatas (*finite amplitudo waves*)

Definisi Gelombang

Gambar 2-1 menunjukkan suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x - y . Gelombang menjalar pada arah sumbu x .



SWL : Still Water Level (Muka Air Diam)

Gambar 2.1 Sket definisi gelombang

Beberapa notasi yang digunakan adalah:

- d : jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut).
- $\eta(x,t)$: fluktuasi muka air terhadap muka air diam.
- \square : amplitudo gelombang.
- H : tinggi gelombang = $2\square$
- L : panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.
- T : periode gelombang, yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya.
- C : kecepatan rambat gelombang = L / T
- k : angka gelombang = $2\pi/L$
- σ : frekuensi gelombang = $2\pi / T$

Teori gelombang amplitudo kecil dapat diturunkan dari persamaan kontinuitas untuk aliran tak rotasi (persamaan Laplace) (Triatmojo, 1999) .sebagai berikut:

Persamaan Laplace

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \dots\dots\dots(2.1)$$

Kondisi batas persamaan tersebut adalah:

$$V = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0 \text{ di } y = -d \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\eta = - \frac{1}{g} \frac{\partial \varphi}{\partial t} \mid y = 0 \dots\dots\dots(2.3)$$

Persamaan tersebut diselesaikan untuk mendapatkan nilai φ . Berdasarkan nilai φ yang diperoleh tersebut, sifat-sifat gelombang seperti fluktuasi muka air, kecepatan rambat gelombang, kecepatan partikel dan sebagainya dapat diturunkan. Penyelesaian persamaan diferensial tersebut memberikan hasil sebagai berikut:

$$\varphi = \frac{ag}{\sigma} \frac{\cosh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan :

φ : potensial kecepatan.

g : percepatan gravitasi.

σ : frekuensi gelombang.

k : angka gelombang.

d : kedalaman laut.

y : jarak vertikal suatu titik yang ditinjau terhadap muka air diam.

x : jarak horizontal.

t : waktu

Panjang gelombang sebagai fungsi kedalaman:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \dots\dots\dots(2.5)$$

Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air d dan panjang gelombang L, (d/L) gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam (Triatmojo, 1999) yaitu :

Gelombang di laut dangkal $d/L \leq 1/20$

Gelombang di laut transisi $1/20 < L < 1/2$

Gelombang di laut dalam $d/L \geq 1/2$

Panjang gelombang di laut dalam

$$L_o = 1,56 T^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

Apabila kedalaman relatif kurang dari 1/20 (laut dangkal) maka

$$C = \sqrt{gd}$$

$$L = \sqrt{gd} T = C T \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk kondisi gelombang di laut transisi jika $1/20 < d/L < 1/2$ cepat rambat dan panjang gelombang didapat

$$\frac{C}{C_0} = \frac{L}{L_0} = \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \dots\dots\dots(2.8)$$

Apabila kedua ruas dari Persamaan 2.8 dikalikan dengan d/L maka didapat :

$$\frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \dots\dots\dots(2.9)$$

Pembangkitan Gelombang

Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh angin meliputi kecepatan angin, lama hembus angin D, arah angin, dan fetch F (Triatmojo, 1999). Fetch adalah daerah dimana kecepatan dan arah angin adalah konstan. Arah angin masih dianggap konstan apabila perubahan arah tidak lebih 15°. Sedangkan kecepatan angin masih dianggap konstan jika perubahannya tidak lebih dari 5 knot terhadap kecepatan rerata. Fetch berpengaruh pada periode dan tinggi gelombang yang dibangkitkan. Gelombang dengan periode panjang akan terjadi jika fetch besar.

Angin

Di daerah geostropik yang berada di atas 1.000 m kecepatan angin adalah konstan. Di bawah elevasi 1.000 m terdapat dua daerah yaitu daerah Ekman yang berada pada elevasi 100 m sampai 1.000 m dan daerah di mana tegangan konstan yang berada pada elevasi 10 sampai 100 m. Di kedua elevasi tersebut kecepatan dan arah angin berubah sesuai dengan elevasi, karena adanya gesekan dengan permukaan laut dan perbedaan temperatur antara air dan udara.

Beberapa rumus atau grafik untuk memprediksi gelombang didasarkan pada kecepatan angin yang diukur pada $y = 10$ m. Apabila angin tidak diukur pada elevasi 10 m, maka kecepatan angin harus dikonversi pada elevasi tersebut dengan persamaan sebagai berikut:

$$U(10) = U(y) \left(\frac{10}{y} \right)^{1/7} \dots\dots\dots (2.10)$$

Data Angin

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi peramalan yang kemudian di konversi menjadi data angin di laut. Data angin harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel atau diagram yang disebut dengan mawar angin. Dengan tabel atau mawar angin maka karakteristik angin dapat dibaca dengan cepat.

Konversi Kecepatan Angin

Data angin dapat diperoleh dari pencatatan di permukaan laut dengan menggunakan kapal yang sedang berlayar atau pengukuran di darat yang biasanya di bandara. Pengukuran data angin di permukaan laut adalah yang paling sesuai untuk peramalan gelombang. Data angin dari pengukuran dengan kapal dikonversi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$U = 2,16 U_s^{7/9} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

U_s = kecepatan angin yang diukur oleh kapal (knot)

U = kecepatan angin terkoreksi (knot)

Rumus-rumus dan grafik pembangkitan gelombang mengandung variabel U_A yaitu faktor tegangan angin (*wind-stress factor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin dengan persamaan sebagai berikut:

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana U adalah kecepatan angin dalam m/detik

Fetch

Dalam pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. *Fetch* rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

F_{eff} : Fetch rerata efektif

X_i : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch.

α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6^0 sampai sudut 42^0 pada kedua sisi dari arah angin.

Statistik dan Peramalan Gelombang

Gelombang yang ada di alam adalah tidak teratur dan sangat kompleks dimana masing-masing gelombang di dalam deretan gelombang mempunyai sifat berbeda, sehingga gelombang alam harus dianalisa secara statistik.

Analisa statistik gelombang diperlukan untuk mendapatkan beberapa karakteristik gelombang seperti gelombang representatif (H_1 , H_{10} , H_s), probabilitas kejadian gelombang dan gelombang ekstrim. Peramalan gelombang dimaksudkan mengalihragamkan data angin menjadi gelombang.

Di dalam perencanaan bangunan pantai diperlukan data gelombang yang mencakup seluruh musim, terutama pada musim dimana gelombang-gelombang besar terjadi. Pencatatan gelombang meliputi tinggi, periode dan arah datang gelombang. Gelombang-gelombang kecil, sedang dan besar yang sering terjadi sepanjang tahun digunakan untuk analisis proses pantai (transpor sedimen dan perubahan garis pantai). Sedang gelombang-gelombang ekstrim digunakan untuk analisis stabilitas bangunan pantai. Mengingat kurangnya data gelombang di Indonesia, maka untuk keperluan perencanaan bangunan pantai sering dilakukan gelombang berdasarkan data angin.

Statistik Gelombang

Pengukuran gelombang di suatu tempat memberikan pencatatan muka air sebagai fungsi waktu. Pengukuran dilakukan dalam waktu cukup panjang sehingga data gelombang akan sangat banyak. Mengingat kompleksitas dan besarnya jumlah data, maka gelombang alam dianalisa secara statistik untuk mendapatkan bentuk gelombang yang bermanfaat.

Ada dua metode untuk menentukan gelombang yaitu *zero upcrossing method* dan *zero downcrossing method* (Triatmojo, 1999). Untuk menjelaskan metode tersebut, maka ditetapkan elevasi rerata dari permukaan air berdasarkan fluktuasi muka air pada waktu pencatatan. Muka air tersebut didefinisikan sebagai garis nol. Kemudian kurva gelombang ditelusuri dari awal sampai akhir. Pada metode *zero upcrossing* diberi tanda titik pertolongan antara kurva naik dan garis nol, dan titik tersebut ditetapkan sebagai awal dari satu gelombang. Mengikuti naik turunnya kurva, penelusuran dilanjutkan untuk mendapatkan perpotongan antara kurva naik dan garis nol berikutnya. Titik tersebut ditetapkan sebagai akhir dari gelombang pertama dan awal dari gelombang kedua. Jarak antara kedua titik tersebut adalah periode gelombang pertama (T_1). Sedang jarak vertikal antara titik tertinggi dan

terendah di antara kedua titik tersebut adalah tinggi gelombang pertama (H_1) . Penelusuran dilanjutkan lagi untuk mendapatkan gelombang kedua, ketiga dan seterusnya. Metode *zero downcrossing* mempunyai prosedur yang sama, tetapi titik yang dicatat adalah pertemuan antara kurva turun dan garis nol.

Gelombang Representatif

Untuk keperluan perencanaan bangunan-bangunan pantai perlu dipilih tinggi dan perioda gelombang individu yang dapat mewakili suatu spektrum gelombang. Gelombang tersebut dikenal dengan gelombang representatif. Gelombang representatif didapat dari pencatatan yang diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah, maka dapat ditentukan tinggi H_n yang merupakan rerata dari n persen gelombang tertinggi. Bentuk yang paling banyak digunakan adalah H_{33} atau tinggi rerata dari 33% nilai tertinggi dari pencatatan gelombang yang juga disebut sebagai tinggi gelombang signifikan H_s .

Transpor Sedimen Pantai

Transport Sedimen Pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya (Triatmojo, 1999). Transport Sedimen Pantai dapat diklasifikasikan menjadi transpor yang menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*). Transpor menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedang transpor sepanjang pantai (*long shore transport*) mempunyai arah rata-rata sejajar pantai

Angkutan Sedimen Sejajar Pantai

Gerak air di dekat dasar menimbulkan tegangan geser pada sedimen dasar. Apabila nilai tegangan geser dasar τ_b lebih besar dari tegangan kritis erosi τ_{bc} , partikel sedimen mulai bergerak. Dianggap bahwa berat terendam partikel sedimen yang bergerak tiap satuan luas adalah sebanding dengan tegangan geser,

$$N \frac{\pi}{6} (\rho_s - \rho) g D^3 = k_1 \rho_b \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

N : jumlah partikel yang bergerak tiap satuan luas

ρ_s : rapat massa

D : diameter partikel

ρ : rapat massa air

g : percepatan gravitasi

k_1 : konstanta tak berdimensi

Untuk menghitung transpor sedimen sepanjang pantai dikembangkan berdasarkan data dasar, data pengukuran model dan prototip pada pantai berpasir. Rumus tersebut merupakan hubungan antara transpor sedimen dan komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai dalam bentuk:

$$Q_s = K P_1^n \dots\dots\dots (2.15)$$

$$P_1 = \frac{\rho g}{8} H_b^2 C_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

Q_s : angkutan sedimen sepanjang pantai ($m^3/hari$).

P_1 : komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah ($Nm/d/m$).

ρ : rapat massa air laut (kg/m^3).

H_b : tinggi gelombang pecah (m).

C_b : cepat rambat gelombang pecah (m/d) = $\sqrt{gd_b}$

α_b : sudut datang gelombang pecah.

K, n : konstanta.

Perubahan Garis Pantai

Model perubahan garis pantai didasarkan pada persamaan kontinuitas sedimen. Untuk itu pantai dibagi menjadi sejumlah sel (ruas). Pada setiap sel ditinjau angkutan sedimen yang masuk dan keluar. Sesuai dengan hukum kekekalan massa, jumlah laju aliran massa netto di dalam sel adalah sama dengan laju perubahan massa di dalam sel tiap satuan waktu.

Gambar 2.2 adalah pembagian pantai menjadi sejumlah sel dengan panjang yang sama yaitu Δx . Gambar 2.3 menunjukkan angkutan sedimen yang masuk dan keluar sel dan perubahan volume sedimen yang terjadi di dalamnya.

Laju aliran massa sedimen netto di dalam sel adalah:

$$M_n = \rho_s (Q_m - Q_k) = -\rho_s (Q_k - Q_m) = -\rho_s \Delta Q \dots\dots\dots (2.17)$$

Laju perubahan massa dalam sel tiap satuan waktu adalah:

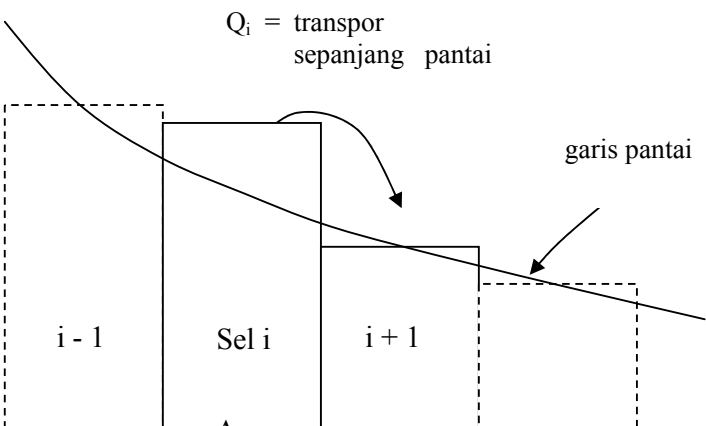
$$M_t = \frac{\rho_s V}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.18)$$

Di mana ρ_s adalah rapat massa sedimen, Q_m dan Q_k masing-masing adalah debit sedimen masuk dan keluar sel. Dengan menyamakan persamaan (2.17) dan (2.18) maka:

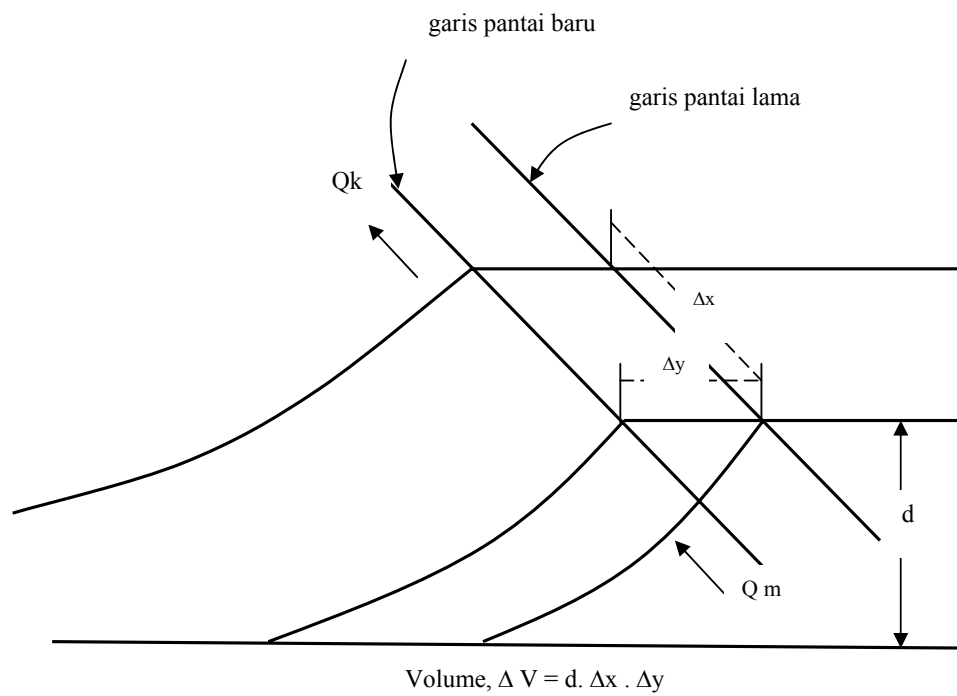
$$-\rho_s \Delta Q = \frac{\rho_s V}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.19)$$

$$-\Delta Q = \frac{d \Delta y \Delta x}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = - \frac{1}{d} \frac{\Delta Q}{\Delta x} \dots\dots\dots (2.21)$$



Gambar 2.2 Pembagian pantai menjadi sejumlah sel



Gambar 2.3 Perubahan garis pantai

Persamaan (2.21) adalah persamaan kontinuitas sedimen, dan untuk sel (*elemen*) yang kecil dapat ditulis menjadi:

$$\frac{\partial y}{\partial t} = -\frac{1}{d} \frac{\partial Q}{\partial x} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan :

y : jarak antara garis pantai dan garis referensi.

Q : transfor sedimen sepanjang pantai.

t : waktu.

x : absis searah panjang pantai.

d : kedalaman air yang tergantung profil pantai.

Dalam persamaan (2.21) nilai Δt , **d** dan Δx adalah tetap, sehingga nilai Δy tergantung pada ΔQ . Apabila ΔQ negatip (transpor sedimen yang masuk lebih kecil dari yang keluar sel) maka Δy akan negatip, yang berarti pantai mengalami erosi; dan sebaliknya pada pantai yang mengalami *akresi* (sedimentasi). Apabila $\Delta Q = 0$ maka $\Delta y = 0$ yang berarti pantai stabil.

Angkutan Sedimen di Sungai

Angkutan sedimen di sungai dapat diselesaikan berdasar persamaan sedimen menurut Exner adalah:

$$(1 - \lambda_p) B \frac{\partial \eta}{\partial t} = -\frac{\partial Q_s}{\partial x} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

B : lebar saluran.

η : elevasi saluran.

λ_p : perositas lapisan aktif.

t : waktu.

x : jarak.

Q_s : jumlah angkutan sedimen

Persamaan diatas menyatakan bahwa perubahan volume sedimen dalam volume kontrol erosi dan pengendapan adalah penyelesaian perbedaan antara muatan yang masuk dan muatan yang keluar

Acker dan White (1973) menyatakan fungsi total muatan diperoleh dari data saluran berturut-turut mulai ukuran butir seragam dari pasir sampai gravel. Hidrodinamik dipilih dari rentang konfigurasi yang meliputi bergerigi, gundukan dan kondisi dasar saluran yang rata. Sedimen melayang adalah fungsi dari kecepatan geser, sedang muatan dasar adalah fungsi tegangan geser.

Hujan Rancangan

Hujan rancangan ditetapkan dengan cara analisis frekuensi, yaitu pendekatan statistik berdasarkan data hujan harian maksimum rata-rata DAS. Terdapat beberapa distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi, antara lain:

[1] distribusi Normal,

[2] distribusi Log-Normal,

[3] distribusi Log-Pearson Tipe III,

[4] distribusi Gumbel.

Penggunaan jenis distribusi tersebut ditentukan berdasarkan sifat khas statistik dari data hujan. Distribusi yang dipakai tersebut diuji kesesuaiannya terhadap data hujan. Pengujian distribusi dilakukan dengan cara uji Smirnov-Kolmogorov dan uji Chi-Kuadrat.

Untuk memperkirakan distribusi yang tepat yang akan dipakai dalam analisis frekuensi, terlebih dahulu dihitung sifat statistik data hujan-nya, kemudian dibandingkan dengan sifat khas distribusi frekuensi. Distribusi yang dipakai untuk analisis frekuensi yaitu distribusi yang sifat statistiknya paling mendekati sifat statistik data hujan. Dari hasil hitungan, diperoleh nilai sifat statistik data hujan, seperti diberikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Analisis sifat statistik data hujan

Parameter	Keterangan	Formula	Nilai
n	Jumlah data	data	
$\sum X_i$	Jumlah hujan n tahun	$\sum X_i$	
X_r	Rata-rata	$X_r = \sum X_i / n$	
S	Standar deviasi	$S = \{\sum (X_i - X_r)^2 / (n-1)\}^{0,5}$	
Cv	Koefisien variasi	$C_v = S / X_r$	
Cs	Asimetri	$C_s = n \sum (X_i - X_r)^3 / \{(n-1)(n-2) S^3\}$	
Ck	Kurtosis	$C_k = n * \sum (X_i - X_r)^4 / \{(n-1)(n-2)(n-3) S^4\}$	

Tabel 2.2
Memilih jenis distribusi frekuensi yang digunakan

Jenis Distribusi	Batasan Parameter Statistik Data Hujan	Ket.
Normal	$C_s = 0$	
Log Normal	$C_s / C_v = 3$, C_s Positif	
Gumbel	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4$	
Log Pearson III	-	

Penggambaran data pada kertas probabilitas dilakukan dengan cara mengurutkan data hujan dari nilai terkecil sampai ke nilai terbesar dan

$$P = \frac{m}{(n+1)}$$

probabilitas-nya ditentukan dengan cara sebagai berikut :

dimana : P = probabilitas kejadian

m = nomor urut data

n = jumlah data

Penggambaran garis teoritis menurut rumus Chow (1964) pada kertas

$$X_T = X_r + K \cdot S$$

probabilitas Log Normal akan menghasilkan garis lengkung, yaitu sebagai berikut :

dimana : X_T = tinggi hujan untuk kala ulang tertentu.

X_r = tinggi hujan rerata.

K = faktor frekuensi.

S = standar deviasi.

Untuk pembuatan garis teoritis, dihitung nilai X_T dan dibuat cukup banyak agar diperoleh garis kurva yang mulus, kemudian diplotkan pada kertas probabilitas distribusi Log Normal akan didapat garis lengkung. Selanjutnya dapat diperoleh nilai hujan harian maksimum rancangan.

Untuk mengetahui kesesuaian distribusi yang digunakan, dilakukan 2 (dua) pengujian, yaitu pengujian Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Kuadrat (χ^2).

▪ Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan membandingkan kemungkinan untuk tiap varian dari distribusi empiris dan distribusi teoritisnya. Persamaan Smirnov-Kolmogorov adalah :

$$\Delta_{\text{maks}} [P(x) - P(x_i)] < \Delta_{\text{kritis}}$$

Nilai *confidence limit* $\alpha = 0,05$, dengan jumlah data $n = 24$, sehingga dari pembacaan nilai kritis Δ_{kritis} untuk uji Smirnov-Kolmogorov didapat $\Delta_{\text{kritis}} = 0,27$. Dari grafik *plotting probabilitas* data terhadap garis teoritis maka didapat $\Delta_{\text{maks}} = 0,10$. Diperoleh bahwa $\Delta_{\text{maks}} < \Delta_{\text{kritis}}$, yang berarti distribusi yang digunakan memenuhi syarat.

- **Uji Chi Kuadrat (χ^2)**

Pengujian ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di

$$\chi^2 = \sum [(Ef - Of)^2 / Ef]$$

dalam kelas tersebut. Persamaan Chi-Kuadrat :

Hidrograf Satuan Sintetik (Synthetic Unit Hydrograph)

Teori hidrograf satuan yang sering disajikan, hanya mungkin dilakukan apabila ada pengukuran sungai yang cukup, sehingga didapat cukup banyak hidrograf yang dapat dianalisis. Tetapi masalah yang banyak dijumpai, adalah sungai-sungai yang potensinya akan dikembangkan, disebabkan oleh berbagai faktor belum pernah diukur. Oleh sebab itu dicoba untuk mendapatkan hidrograf yang karakteristik untuk suatu daerah, dengan menghubungkan daerah aliran sungai dengan daerah aliran sungai yang lain, yang secara hidrologis dan juga klimatologi masih dapat dianggap homogen. Oleh Mc Carthy pada 1938, dilakukan analisis dengan mengkorelasikan tiga parameter penting hidrograf satuan, yaitu puncak hidrograf, “*basin lag*” dan waktu dasar hidrograf. Kemudian, Snyder mengemukakan masalah yang sama dengan rumus-rumus empirik hidrograf satuan sebagai berikut:

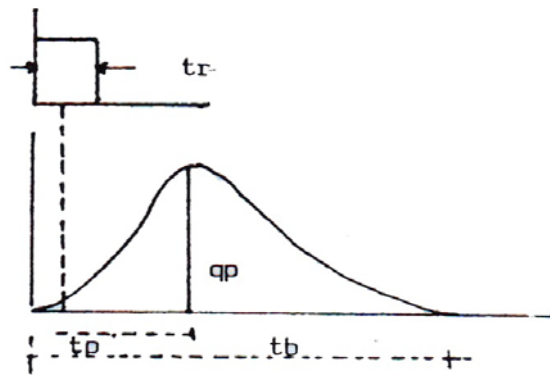
$$t_p = C_t (L Lc)^{0,3} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$t_r = \frac{t_p}{5,5} \quad (2.25)$$

$$q_p = \frac{640 C_p A}{t_p} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$t_b = 3 + t_p/8 \dots\dots\dots (2.27)$$

$$t_p = t_p + 0,25 (t_p - t_r) \dots\dots\dots (2.28)$$



Gambar 2.9 Hidrograf satuan sintetik

- t_p = basin lag, yaitu waktu dari titik pusat hujan sampai puncak hidrograf.
 L = panjang sungai, dari titik pengukuran sampai titik yang terjauh.
 L_c = panjang sungai, diukur dari titik pengukuran sampai suatu titik di sungai terdekat dengan titik berat daerah aliran sungai.
 t_r = lama hujan satuan (*unit duration*), dalam jam.
 A = luas daerah aliran.
 t_b = waktu dasar dari hidrograf, dalam hari.
 C_p dan C_t = koefisien empirik, yang tergantung dari topografik, misal untuk daerah pegunungan $C_t = 0,7 - 1,0$ dan nilai $C_p = 0,35 - 0,50$.

Taylor dan Schwarz, mengemukakan bahwa C_t , tergantung pula dari kemiringan daerah aliran, yang dinyatakan dengan:

$$C_t = \frac{0,6}{V_S} \dots\dots\dots (2.29)$$

Linsley, Kohler dan Paulhus, menyajikan persamaan:

$$t_p = C_t \left(\frac{L L_c}{V_S} \right)^n \dots\dots\dots (2.30)$$

Dengan harga $n = 0,38$

Dari rumus di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa hidrograf yang dihasilkan dari perhitungan, akan sangat tergantung dari nilai C_t dan C_p yang digunakan.

Dalam perencanaan bangunan-bangunan hidrolik upaya penting yang hendak dicapai diantaranya :

1. Memperoleh bangunan hidrolik yang memenuhi fungsi teknik seperti yang diharapkan.
2. Dapat berfungsi selama waktu yang telah ditentukan.
3. Tidak overestimated maupun underestimated.
4. Tidak menimbulkan dampak negatif disekitarnya.

Salah satu faktor penting yang menunjang tujuan di atas adalah besar debit rancangan yang digunakan sebagai dasar rancangannya.

Setiap upaya yang mendekati proses alami pengalihragaman hujan menjadi banjir oleh DAS, selalu memberikan jawaban yang berbeda. Hal tersebut tidak saja terjadi pada model-model yang kompleks. Masalah ini akan dipersulit lagi pada analisis hidrologi untuk daerah aliran sungai yang belum pernah diukur (*ungauged catchments*).

Hal diatas dapat ditimbulkan oleh keadaan sebagai berikut:

1. Daerah atau titik di sungai yang akan dikembangkan tidak diketahui sebelumnya, sehingga sama sekali tidak ada keterangan hidrolik di tempat tersebut pada saat dibutuhkan.
2. Lokasi tersebut diketahui tidak ada upaya untuk segera memasang alat-alat perekam data hidrologi, sehingga pada saat analisis harus dilakukan, data yang tersedia terlalu terbatas.

Analisis hidrologi untuk daerah seperti tersebut di atas hanya dapat dilakukan dengan pendekatan-pendekatan teoritik, maupun empirik, tanpa adanya data pembanding untuk kalibrasi.

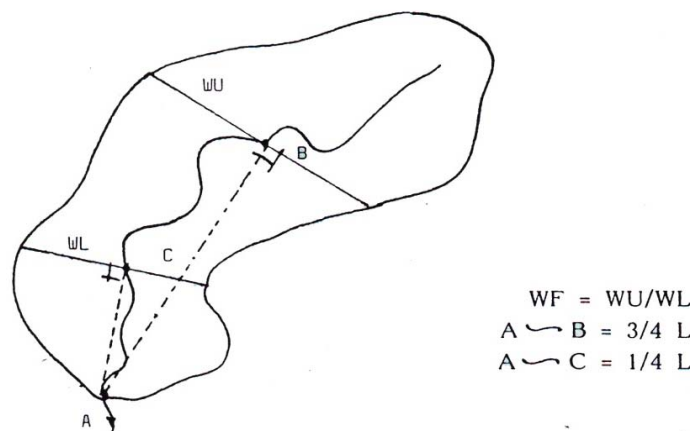
Parameter DAS

Upaya mencari penyelesaian sederhana terhadap pengalihan hujan menjadi banjir menggunakan beberapa parameter DAS seperti luas DAS (A), panjang sungai (L , L_{CA}), landai (S), kerapatan jaringan kuras (D) dan beberapa parameter lain.

Berdasar konsep dasar daur hidrologi, selain parameter di atas ada beberapa parameter lain yang sangat menentukan proses pembentukan hidrograf, yaitu : faktor sumber (SF), frekuensi sumber (SN), faktor lebar (WF) luas DAS sebelah hulu (RUA), faktor simetri (SIM) dan jumlah pertemuan sungai (UN).

Takrif masing-masing parameter tersebut disampaikan berikut ini:

1. Faktor sumber (SF) adalah perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah panjang sungai-sungai tingkat.
2. Frekuensi sumber (SN) adalah perbandingan jumlah pangsa (segment) sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah pangsa sungai semua tingkat.
3. Faktor lebar (WF) adalah perbandingan antara lebar DAS yang diukur di titik di sungai yang berjara 0,75 L dan lebar DAS yang diukur di titik kontrol (stasiun hidrometri) Gambar 2.10.



Sumber ; Sri Harto , 1991

Gambar 2.10 Penentuan faktor WF

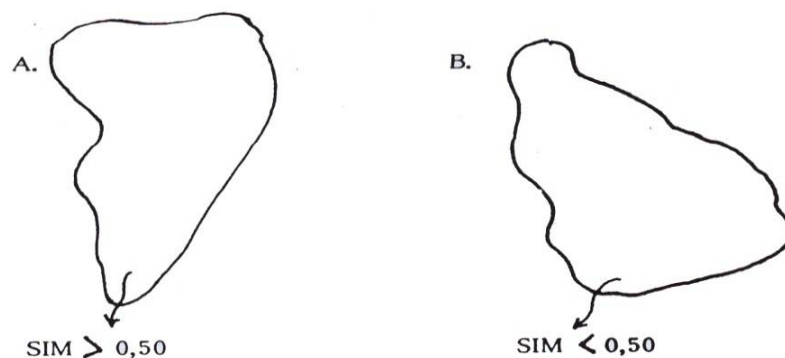
4. Luas DAS sebelah hulu (RUA) adalah perbandingan antara luas DAS di sebelah hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubung antara titik kontrol dengan titik di sungai yang terdekat dengan pusat berat DAS (Gambar 2.11)



Gambar 2.11 Penetapan faktor luas DAS sebelah hulu (RUA)

5. Faktor simetri (SIM) adalah hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas DAS sebelah hulu (RUA).

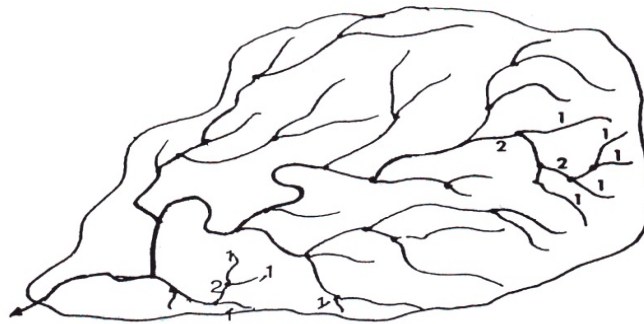
Jadi $SIM = WF \times RUA$. Faktor ini merupakan petunjuk untuk memberikan (*describe*) bentuk DAS secara umum. Apabila nilai faktor simetri lebih besar dari 0,5, maka bentuk DAS pada umumnya kecil di sebelah hulu dan melebar di sebelah hilir, seperti disajikan pada Gambar 2.12.



Sumber : Sri Harto, 1991

Gambar 2.12 Faktor simetri

6. Penetapan tingkat-tingkat sungai dilakukan sesuai dengan cara Strahler sebagai berikut:
- Sungai-sungai paling ujung adalah sungai-sungai tingkat satu.
 - Apabila kedua buah sungai sama tingkatnya bertemu akan terbentuk sungai satu tingkat lebih tinggi.
 - Apabila sungai dengan suatu tingkat bertemu dengan sungai tingkat yang lebih rendah, maka tingkat sungai pertama tidak berubah.

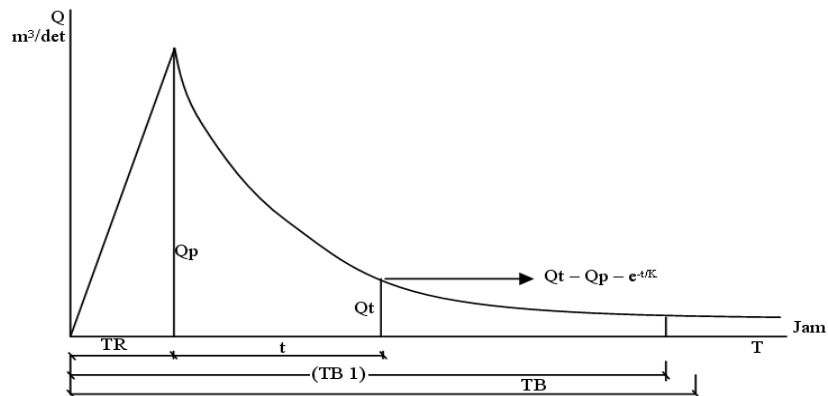


Sumber : STRAHLER, 1954

Gambar 2.13 Penetapan ordo sungai

Hidrograf Satuan Sintetik Gama I

Dalam pendekatan hidrograf satuan ini diberikan sebagai berikut:



Gambar 2.14 Hidrograf satuan sintetik Gama I

Keterangan :

TR = waktu-naik, dalam jam.

QP = debit-puncak, dalam m³/detik.

TB = waktu dasar, dalam mm.

K = koefisien tampungan, dalam jam.

t = waktu yang dihitung dari saat debit puncak dalam jam.

Sisi naik hidrograf satuan dipandang memadai untuk disajikan sebagai garis lurus, sedangkan sisi-reseksi merupakan lengkung eksponensial dalam bentuk:

$$Qt = Qp \cdot e^{-t/K} \dots\dots\dots (2.31)$$

Dalam pengujian selanjutnya ternyata diperoleh persamaan-persamaan berikut ini

$$TR = 0,43 \left(\frac{L}{100 SF} \right)^3 + 1,0665 SIM + 1,2775 \dots\dots\dots (2.32)$$

$$QP = 0,1836 A^{0,5886} TR^{-0,4008} JN^{0,2381} \dots\dots\dots (2.33)$$

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} S^{-0,0986} Sn^{0,7344} RUA^{0,2574} \dots\dots\dots (2.34)$$

$$K = 0,5617 A^{0,1798} S^{-0,1446} SF^{-1,0897} D^{0,0452} \dots\dots\dots (2.35)$$

Jenis Aliran

Aliran saluran terbuka dapat digolongkan menjadi berbagai jenis.

Penggolongan berdasarkan perubahan kedalaman aliran sesuai dengan waktu dan ruang (Rosalina, 1992).

A. Aliran Tunak (*Steady Flow*) dan Aliran Tak Tunak (*Unsteady Flow*)

Aliran dalam saluran terbuka dikatakan tunak (*steady*) bila kedalaman aliran tidak berubah atau dapat dianggap konstan selama selang waktu tertentu. Aliran dikatakan tak tunak (*unsteady*) bila kedalamannya berubah sesuai dengan waktu. Seberapa besar persoalan tentang saluran terbuka perilaku aliran dalam keadaan tunak.

B. Aliran Seragam (*Uniform Flow*) dan Aliran Berubah (*Varied Flow*)

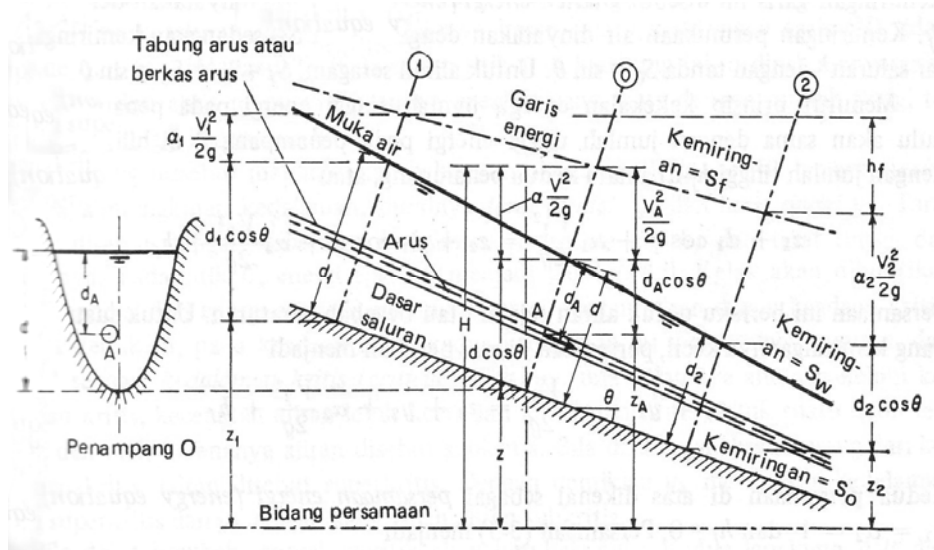
Aliran saluran terbuka dikatakan seragam bila kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Suatu aliran seragam dapat bersifat tunak atau tidak tunak, tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu.

C. Aliran Seragam Yang Tunak (*Steady Uniform Flow*)

Merupakan jenis pokok aliran yang dibahas dalam hidrolika saluran terbuka. Kedalaman aliran tidak berubah selama suatu waktu tertentu yang telah diperhitungkan. Penetapan bahwa suatu aliran bersifat seragam yang tak tunak (*unsteady uniform flow*) harus dengan syarat bahwa permukaan air berfluktuasi sepanjang waktu dan tetap sejajar dasar saluran.

Energi dalam Aliran Saluran Terbuka

Hidrolika dasar, bahwa jumlah energi dari setiap aliran yang melalui suatu penampang saluran dapat dinyatakan sebagai jumlah tinggi, yang setara dengan jumlah ketinggian di atas suatu bidang persamaan, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan (Rosalina, 1992) (Gambar 2.15).



Gambar 2.15 Energi dalam aliran saluran terbuka berubah beraturan

Bila ditinjau dalam suatu titik maka jumlah tinggi H dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$H = z_A + d_A \cos \theta + \frac{V_A^2}{2g} \dots\dots\dots (2.36)$$

Dengan z_A adalah tinggi A di atas bidang persamaan, d_A adalah dalamnya titik A di bawah muka air diukur sepanjang penampang saluran, θ merupakan sudut kemiringan dasar saluran, dan $V_A^2 / 2g$ adalah tinggi kecepatan dari arus yang mengalir.

Umumnya setiap arus yang melalui suatu penampang saluran akan mempunyai tinggi kecepatan yang berbeda-beda berdasarkan distribusi kecepatan yang tidak seragam dalam aliran yang terjadi sesungguhnya. Hanya dalam suatu aliran ideal aejaar dan distribusi kecepatannya seragam, tinggi kecepatan dapat benar-benar sama untuk setiap titik pada penampang melintangnya. Namun untuk aliran berubah beraturan (*gradually varied flow*) untuk keperluan praktis dianggap bahwa tinggi kecepatan setiap titik pada penampang saluran adalah sama, dan untuk mengoreksi semua pengaruh yang diakibatkan oleh distribusi kecepatan yang tidak seragam dipakai suatu koefisien energi, maka jumlah energi pada penampang saluran adalah :

$$H = z + d \cos \theta + \alpha \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2.37)$$

Untuk saluran yang kemiringannya kecil, $\theta \approx 0$, maka jumlah energi pada penampang saluran adalah:

$$H = z + d + \alpha \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2.38)$$

Garis yang menyatakan ketinggian dari jumlah tinggi aliran disebut garis energi. Kemiringan garis ini disebut gradien energi (*energy gradien*) dinyatakan dengan tanda S_f . Kemiringan permukaan air dinyatakan dengan tanda S_w sedangkan kemiringan dasar saluran dengan tanda $S_o = \sin \theta$. Untuk aliran seragam, $S_f = S_w = S_o = \sin \theta$.

Menurut prinsip kekekalan energi, jumlah tinggi energi pada penampang 1 di hulu akan sama dengan jumlah tinggi energi pada penampang 2 di hilir akan sama dengan jumlah tinggi h_f di antara kedua penampang, atau

$$z_1 + d_1 \cos \theta + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + d_2 \cos \theta + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f \dots\dots\dots (2.39)$$

Persamaan ini berlaku untuk aliran sejajar atau berubah beraturan. Untuk suatu saluran yang kemiringannya kecil, persamaan di atas berubah menjadi

$$z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + d_2 \cos \theta + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f \dots\dots\dots (2.40)$$

Kedua persamaan di atas dikenal sebagai persamaan energi (*energy equation*), jika $\alpha_1 = \alpha_2$ dan $h_f = 0$, Persamaan (2.40) menjadi

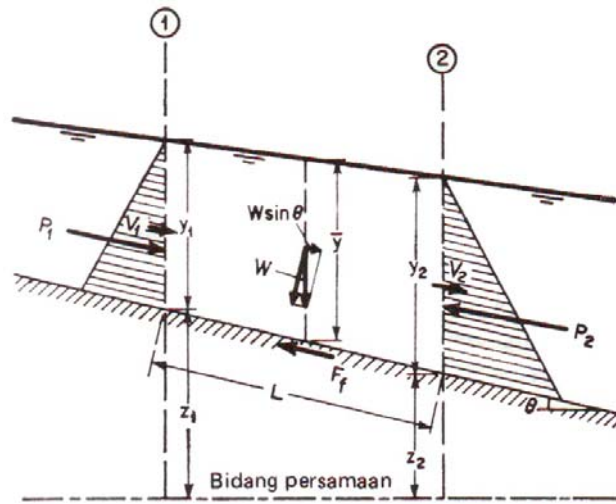
$$z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + d_2 \cos \theta + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f = \text{tetap} \dots\dots\dots (2.41)$$

Persamaan ini dikenal dengan persamaan energi dari Bernoulli.

Momentum dalam Aliran Saluran Terbuka

Momentum aliran yang melalui suatu penampang saluran per satuan waktu dinyatakan dengan $\beta w Q V / g$, dengan β adalah koefisien momentum, w adalah berat satuan air, Q adalah debit dan V kecepatan.

Menurut hukum Newton yang kedua mengenai gerakan, perubahan momentum per satuan waktu dalam sosok air yang mengalir dalam saluran adalah sama dengan resultante semua gaya-gaya luar yang bekerja dalam sosok air tersebut. Penerapan dalil ini pada saluran dengan kemiringan besar (Gambar 2.16),



Gambar 2.16 Penerapan dalil momentum

Rumusan perubahan momentum per satuan waktu dalam sosok air di antara penampang 1 dan 2 dapat ditulis:

$$\frac{Qw}{g} (\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1) = P_1 - P_2 + W \sin \theta - F_f \dots\dots\dots (2.42)$$

Untuk aliran sejajar atau aliran berubah lambat laun, nilai P_1 dan P_2 dalam persamaan momentum dapat dihitung berdasarkan anggapan adanya distribusi tekanan hidrostatik. Untuk aliran kurvilinear atau aliran berubah tiba-tiba, distribusi tekanan tidak lagi secara hidrostatik, di sini nilai P_1 dan P_2 tidak dapat dihitung secara demikian, namun harus dikoreksi akibat kelengkungan aliran. Untuk penyederhanaan,

P_1 dan P_2 berturut diganti sebagai $\beta_1' P_1$ dan $\beta_2' P_2$ dengan β_1' dan β_2' adalah koefisien koreksi pada kedua penampang.

Ini dikenal sebagai koefisien distribusi tekanan (*pressure distribution coefficients*). Berhubung P_1 dan P_2 adalah gaya, koefisien gaya (*force coefficient*). Koefisien gaya dinyatakan dengan

$$\beta' = \frac{1}{A\bar{z}} \int_0^A h dA = 1 + \frac{1}{A\bar{z}} \int_0^A c dA \dots\dots\dots (2.43)$$

Dengan \bar{z} adalah kedalaman titik berat luas basah A di bawah permukaan bebas, h adalah tinggi tekanan pada bidang dasar dA dan c koreksi tinggi tekan.

Nilai β' lebih besar dari 1 untuk aliran cekung, kurang dari 1 untuk aliran cembung dan sama dengan 1 untuk aliran sejajar.

Bila diterapkan untuk suatu aliran tertentu, diketahui bahwa persamaan momentum sama dengan persamaan energi. Dalam hal ini dianggap adanya aliran berubah lambat laun sehingga distribusi tekanan di penampang dapat dianggap hidrostatik dan $\beta' = 1$. Kemiringan saluran dianggap relatif kecil. Pada bagian saluran yang pendek dan lurus berpenampang persegi panjang yang kemiringannya kecil dengan lebar b

$$P_1 = \frac{1}{2} w b y_1^2 \dots\dots\dots (2.44)$$

$$P_2 = \frac{1}{2} w b y_2^2 \dots\dots\dots (2.45)$$

$$F_f = w h_f' b \bar{y} \dots\dots\dots (2.46)$$

Dengan h_f' adalah tinggi gesekan dan \bar{y} adalah kedalaman rata-rata atau $(y_1 + y_2)/2$. Debit yang melalui cabang saluran sebagai hasil perkalian kecepatan rata-rata dengan luas rata-rata atau

$$Q = \frac{1}{2} (V_1 + V_2) b \bar{y} \dots\dots\dots (2.47)$$

Dari Gambar 2.16, berat air adalah:

$$W = wb\bar{y}L \dots\dots\dots(2.48)$$

Dan

$$\sin \theta = \frac{z_1 - z_2}{L} \dots\dots\dots(2.49)$$

Masukkan semua besaran pada persamaan (2.49), lalu disederhanakan didapatkan persamaan

$$z_1 + y_1 + \beta_1 \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \beta_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f' \dots\dots\dots(2.50)$$

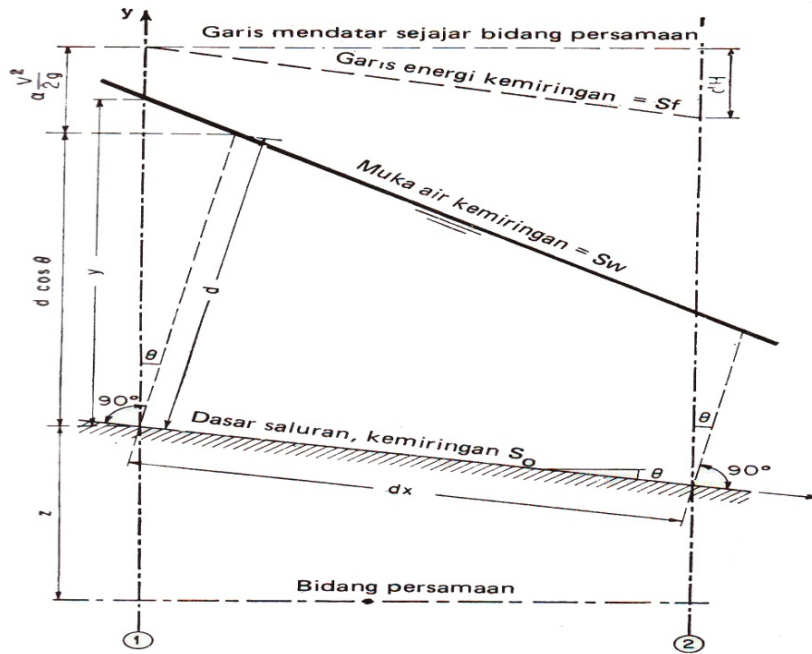
Persamaan ini sama dengan persamaan energi.

Aliran Berubah Lambat Laun

Aliran berubah lambat laun mempunyai dua syarat (Rosalina, 1992):

(1) aliran tunak, yakni sifat-sifat hidrolik aliran tunak konstan selama jangka waktu yang ditentukan dan (2) garis arus praktis sejajar, yaitu penampang saluran terdapat distribusi tekanan hidrostatik.

Persamaan dinamik aliran berubah lambat laun seperti disajikan dengan Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Penurunan persamaan aliran berubah lambat laun

Tinggi tekanan total di atas bidang persamaan pada penampang hulu 1 adalah:

$$H = z + d \cos \theta + \alpha \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.51)$$

Dianggap bahwa θ dan α konstan sepanjang saluran yang ditinjau, dasar saluran diambil sebagai sumbu x lalu persamaan di atas didiferensialkan terhadap panjang profil muka air x, maka diperoleh persamaan:

$$\frac{dH}{dx} = \frac{dz}{dx} + \cos \theta \frac{dd}{dx} + \alpha \frac{d}{dx} \left(\frac{v^2}{2g} \right) \dots\dots\dots (2.52)$$

Kemiringan dianggap sebagai sinus sudut kemiringan dan dianggap positif bila turun dan negatif bila naik. Kemiringan energi $S_f = -dH/dx$, dan kemiringan dasar saluran $S_0 = \sin \theta = -dz/dx$, Apabila kemiringan ini dimasukkan ke persamaan di atas maka dd/dx

$$\frac{dd}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{\cos \theta + \alpha d(v^2/2g)/dd} \dots\dots\dots (2.53)$$

Persamaan ini merupakan persamaan aliran berubah lambat laun.

Kemiringan energi pada aliran berubah lambat laut, menurut Manning

$$S_f = \frac{n^2 V^2}{2,22 R^{2/3}} \dots\dots\dots (2.54)$$

Kemiringan energi pada aliran berubah lambat laut, menurut Chezy

$$S_f = \frac{V^2}{C^2 R} \dots\dots\dots (2.55)$$

Dalam bentuk umum, dinyatakan dengan unsur hantaran K, kemiringan energi dapat ditulis

$$S_f = \frac{Q^2}{K^2} \dots\dots\dots (2.56)$$

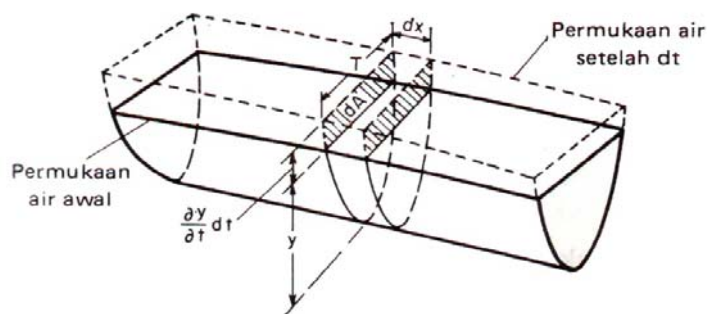
Misalkan pada penampang terjadi aliran seragam dengan debit Q. Kemiringan energi akan sama dengan kemiringan dasar dan persamaan menjadi

$$S_0 = \frac{Q^2}{K_n^2} \dots\dots\dots (2.57)$$

Dengan K_n hantaran untuk aliran seragam pada kedalaman y_n . Unsur K_n ini harus dibedakan dengan K. K menunjukkan nilai numerik hantaran pada kedalaman y dari aliran berubah lambat laun. Nilai K_n merupakan hantaran yang dihitung untuk Q pada kedalaman y_n bila aliran dianggap seragam

Kontinuitas Aliran Tak Tunak

Persamaan kontinuitas untuk aliran tak tunak dapat disusun berdasarkan konservasi massa pada suatu ruang kecil di antara 2 buah penampang pada saluran (Rosalina, 1992) Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Kontinuitas aliran tak tunak

Pada aliran tak tunak, debit berubah terhadap jarak dengan laju sebesar $\partial Q/\partial x$, dan kedalaman berubah terhadap waktu dengan laju $\partial y/\partial t$. Perubahan simpanan saluran pada ruang dalam waktu yang sama adalah $Tdx(\partial y/\partial t)dt = dx(\partial A/\partial t)dt$. Karena air *inkompresibel*, *netto* perubahan debit ditambah perubahan simpanan harus sama dengan nol.

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right) dx dt + T dx \left(\frac{\partial y}{\partial t}\right) dt = \left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right) dx dt + dx \left(\frac{\partial A}{\partial t}\right) dt = 0 \dots\dots\dots(2.58)$$

Bila disederhanakan diperoleh,

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + T \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots(2.59)$$

atau

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots(2.60)$$

Pada penampang yang ditinjau, $Q = VA$, jadi persamaan diatas menjadi:

$$\frac{\partial(VA)}{\partial x} + T \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots(2.61)$$

atau

$$A \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial A}{\partial x} + T \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots(2.62)$$

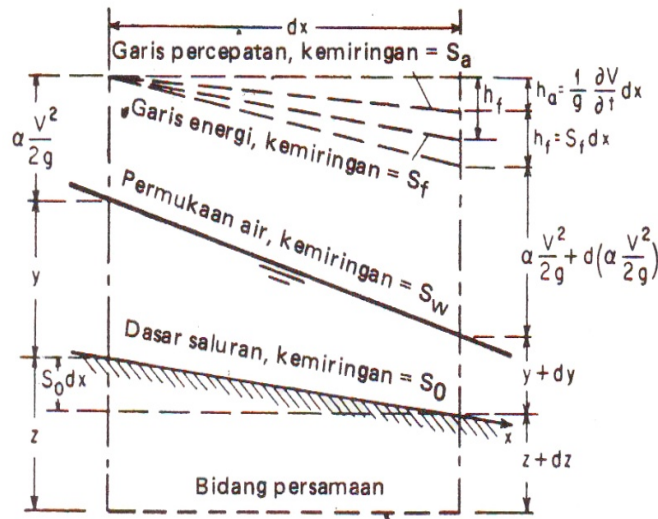
Karena kedalaman hidrolis $D = A/T$ dan $\partial A = T \partial y$, persamaan di atas dapat dituliskan sebagai

$$D \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} \dots\dots\dots(2.63)$$

Persamaan di atas merupakan bentuk persamaan kontinuitas untuk aliran tak tunak pada saluran terbuka.

Persamaan Dinamik Aliran Tak Tunak

Aliran tak tunak diperlakukan sebagai aliran tunak dua dimensi, ditambah dengan pemakaian suatu variabel unsur waktu. Variabel waktu digunakan dalam perhitungan variasi kecepatan aliran, dan dengan demikian dapat ditinjau adanya percepatan yang terjadi. Percepatan akan menghasilkan gaya dan menyebabkan pertambahan kehilangan energi pada aliran (Rosalina, 1992).



Gambar 2.19 Gambaran sederhana energi pada aliran tak tunak

Berdasarkan Gambar 2.19, besarnya gaya yang timbul akibat percepatan $\partial V / \partial t$ untuk tiap satuan berat air w adalah $(w/g) \partial V / \partial t$; dengan demikian, gaya = massa x percepatan. Kemiringan saluran dianggap kecil, sehingga percepatan pada arah x , sedang komponen vertikal diabaikan. Jadi, kerja yang dilakukan oleh gaya tersebut sejauh dx yakni jarak antara dua penampang saluran, adalah $(w/g) (\partial V / \partial t) dx$. Kerja ini sama dengan kehilangan energi yang disebabkan oleh percepatan. Bila dinyatakan dalam tinggi energi, maka besarnya kehilangan energi adalah $(1/g)(\partial V / \partial t) dx$.

Perubahan tinggi energi keseluruhan pada unsur panjang dx dapat dilakukan sama seperti pada aliran tunak, kecuali adanya penambahan kehilangan energi yang disebabkan oleh percepatan. Kehilangan energi keseluruhan terdiri atas dua bagian; yaitu kehilangan yang disebabkan oleh gesekan $hf = S_f dx$ dan kehilangan yang disebabkan oleh percepatan $h_a = (1/g)(\partial V / \partial t) dx$. Garis yang menunjukkan kehilangan energi percepatan dinamakan garis percepatan, dengan kemiringan $S_a = (1/g)(\partial V / \partial t)$

Dengan menggunakan prinsip-prinsip energi dapat ditulis persamaan sbb:

$$z + y + \frac{\alpha V^2}{2g} = z + dz + y + dy + \frac{\alpha V^2}{2g} + d\left(\frac{\alpha V^2}{2g}\right) + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} dx + S_f dx \dots\dots\dots (2.64)$$

Bila disederhanakan diperoleh,

$$d\left(z + y + \frac{\alpha V^2}{2g}\right) = -S_f dx - \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} dx \dots\dots\dots (2.65)$$

Bagian kiri persamaan menyatakan perubahan tinggi energi total. Sedangkan bagian kanan terdiri : kehilangan energi gesekan dan kehilangan percepatan.

Bila persamaan (2.65) dibagi dx dengan menggunakan diferensial parsial, maka diperoleh.

$$\frac{\partial (z+y)}{\partial x} + S_f + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha V^2}{2g} \right) + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots (2.66)$$

Atau

$$\frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\alpha V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \dots\dots\dots (2.67)$$

Persamaan ini merupakan persamaan dinamik untuk aliran tak tunak, berubah lambat laun.

Laju pertambahan kehilangan gesek dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning, rumus Chezy atau rumus-rumus aliran seragam lain yang sesuai.

Bangunan Jetty

Tujuan pembuatan bangunan jetty di muara sungai yang tertutup endapan sedimen adalah untuk lebih mempertinggi ketahanan penduduk disekitar, yang bermata pencarian petani lahan, petani tambak, nelayan serta bermata pencarian lainnya, terhadap fenomena alam yang mempengaruhi kerugian moril dan materiil serta penurunan penghasilan secara nyata .

Untuk menjamin bahwa penutupan muara sungai oleh endapan material bisa diperkecil, diperlukan suatu bangunan jetty yang mampu mengantisipasi terhadap butiran material di mulut sungai, yang diakibatkan oleh pengaruh gelombang air laut, gerakan pasang surut serta transportasi sedimen pada alur sungainya sendiri.

Jenis Bangunan

Jenis bangunan pengarah arus untuk bangunan jetty dapat dikelompokkan menjadi beberapa hal (Jatmoko, 1987), diantaranya dari jenis konstruksinya: meliputi bangunan yang bisa bergerak (*flexible structure*) dan bangunan yang tidak bisa bergerak atau berpindah (*fix / rigid structure*), serta dari jenis peruntukannya yang meliputi bangunan pengarah yang panjang dan bangunan pengarah yang pendek.

Jenis Konstruksi

- a. Jenis konstruksi yang tidak bergerak
Struktur masif, mempunyai kelebihan kemudahan dan kecepatan dalam pemasangannya, harga konstruksi lebih murah dan biaya pemasangannya lebih rendah.
Sedang kekurangannya terletak pada prosedur perencanaan yang lebih rumit, apabila terjadi bencana kerusakan yang terjadi tiba-tiba dan total, sulit untuk usaha perbaikannya, serta fungsi utama bangunan hilang, sehingga bangunan jenis ini lebih cocok untuk mengatasi gelombang yang tidak begitu besar.
Bangunan ini berupa *sheet pile jetties*, yang bisa terbuat dari bahan kayu, besi maupun konstruksi beton bertulang dan pemasangannya dipancangkan di lokasi *outlet*.
- b. Jenis konstruksi yang bisa bergerak
Mempunyai keuntungan kemudahan dalam perencanaan, strukturnya relatif sederhana, faktor stabilitas tinggi, karena bisa mengabsorpsi sebagian besar energi gelombang yang menghantam permukaan bangunan, dan bangunan masih tetap berfungsi meskipun terjadi kerusakan yang berat, serta mudah untuk memperbaikinya.
Sedang kekurangannya terletak pada ketersediaan material (bahan batuan) dalam jumlah volume yang besar untuk diameter dan kualitas yang disyaratkan.

Jenis Peruntukkan

- a. Jenis bangunan pengarah panjang

Digunakan untuk keperluan transportasi air di sungai dan lautan bagi nelayan dan pengguna lain, menahan lebih banyak laju *long shore sediment transport* yang menyusur sepanjang pantai, serta mengakibatkan pengendapan di saluran outlet menjadi kecil.

Kekurangannya adalah konstruksi bangunan lebih rumit, karena gaya gelombang yang bekerja lebih besar, sehingga anggaran bangunan lebih mahal, dan terjadi perubahan pola keseimbangan garis pantai, sehingga proses erosi di down drift lebih besar.

b. Jenis bangunan pengarah pendek

Digunakan untuk keperluan pengendalian banjir, akibat genangan air yang terjadi karena tertutupnya muara sungai oleh sedimentasi material yang menghalangi aliran air sungai yang menuju ke laut pada saat terjadi banjir.

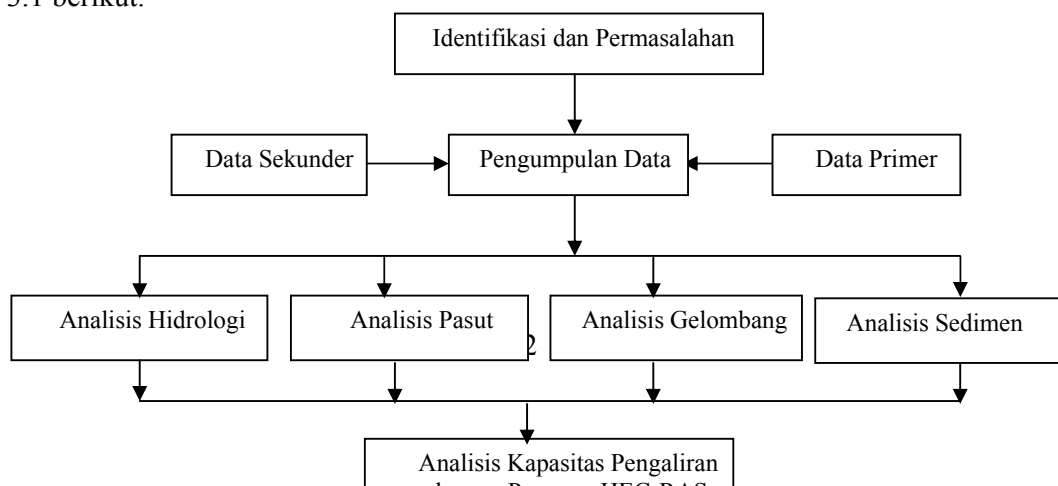
Mempunyai keuntungan lebih mudah dan murah biaya pembangunannya, tetapi kelemahannya adalah mudah terjadi akumulasi sedimen yang menumpuk di mulut outlet, sehingga perlu sering dilaksanakan untuk pemeliharaan fungsi saluran outlet agar tetap terbuka. Ujung konstruksi di arah laut, biasanya diletakkan pada elevasi muka surut air laut terendah, sehingga pada saat debit air kecil masih terjadi aliran air surut, sehingga diharapkan saluran tetap terbuka.

BAB III

METODOLOGI

Umum

Pelaksanaan penelitian secara garis besar mengikuti diagram alir pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian

Metode Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan dalam pengumpulan data dalam rangka kajian pengaruh pembangunan Jetty terhadap kapasitas pengaliran Sungai Way Kuripan adalah dengan mencari semua data yang diperlukan, baik data primer maupun data sekunder.

Data Primer

Data primer ini data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan atau survey langsung di lapangan, data primer yang diperlukan adalah:

Data sedimen transpor pada muara sungai, diambil dari dasar sungai di muara kemudian dilakukan analisa laboratorium.

Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait untuk penelitian ini, antara lain :

- ❖ Peta situasi, peta DAS, potongan memanjang sungai, potongan melintang sungai dan buku-buku studi perencanaan sungai.
- ❖ Data pasang surut, data gelombang dan data curah hujan dari tahun 2000 – 2008 dari Kantor Cabang PT. Pelindo II Pelabuhan Panjang.

- ❖ Data angin dan data hujan tahun 1998 – 2008 dari BMG Bandara Radin Intan Bandar Lampung.

Metode Analisis Kapasitas Sungai

Untuk menentukan kapasitas pengaliran sungai dilakukan dengan program HEC-RAS dilakukan dengan 4 alternatif :

- (a) Kondisi sungai tanpa perlakuan.
- (b) Kondisi sungai dengan pembuatan Jetty.
- (c) Kondisi sungai dilakukan pengerukan.
- (d) Kondisi sungai dengan Jetty dan Pengerukan.

Untuk menghitung kapasitas pengaliran sungai perlu dilakukan analisis:

Analisis Data Hidrologis

Menghitung hujan dan debit rancangan untuk menentukan kondisi batas.

Analisis Data Pasang Surut.

Hasil dari perolehan data pasang surut sangat berguna untuk penentuan elevasi air pasang tertinggi (HWL), air laut rata-rata (MWL) maupun air pasang terendah (LWL) yang akan dipakai sebagai kondisi batas.

Analisis Data Gelombang

Metode pengolahan data yang digunakan adalah cara statistik untuk menghitung jumlah dan kejadian terhadap klasifikasi arah dan kecepatan angin (knot)/jam. Distribusi frekwensi dari setiap kecepatan dan arah angin dihitung kemudian di tabulasikan dalam tabel dan gambar berupa mawar angin (*windrose*). Arah sudut datang gelombang dan prosentase dari besaran gelombang yang mengarah ke lokasi yang ditinjau diperoleh dengan mentransformasikan mawar angin (*wind rose*) menjadi mawar gelombang (*wave rose*).

Analisis Data Sedimen

Analisa data pengambilan sedimen sungai untuk mengklasifikasikan ukuran sedimen sungai.

Metode Analisis Pengangkutan Sedimen

Analisis Pengangkutan Sedimen dilakukan untuk mengetahui jumlah sedimen yang ada di sungai.

Metode Analisis Kondisi Pantai Sekitar Muara Sungai

Analisis kondisi pantai dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembangunan jetty terhadap kondisi perubahan garis pantai sekitar muara sungai.

Metode Penyajian Data

Beberapa konsep penyediaan data dalam penelitian ini tersaji dalam beberapa bentuk antara lain;

- Tabel : tabel digunakan untuk menunjukkan data-data yang sifatnya tabular seperti data pasang surut, curah hujan, debit rancangan.
- Grafik : digunakan untuk menunjukkan sebuah kondisi atau hasil analisis untuk memudahkan pemahaman.

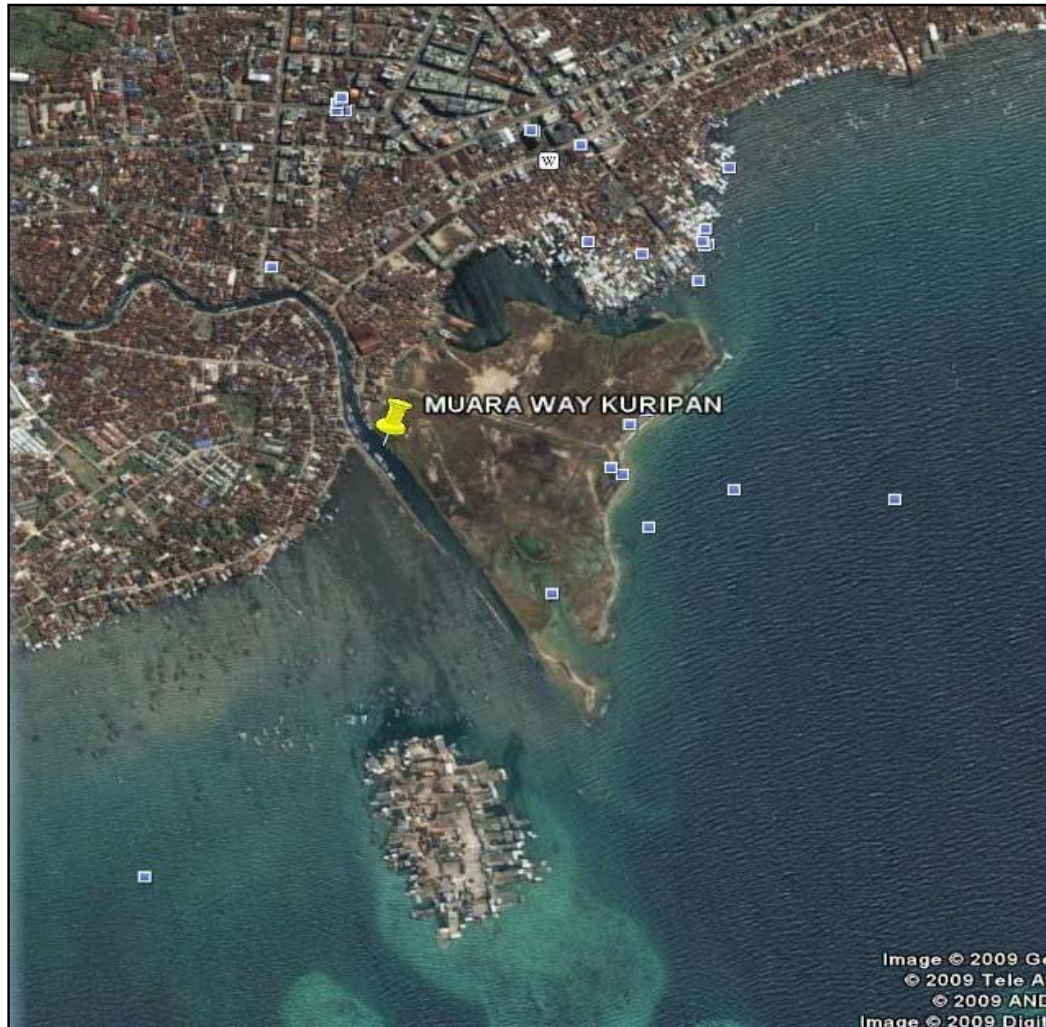
BAB IV

KAJIAN PENGARUH PEMBANGUNAN JETTY

Tinjauan Daerah Aliran Sungai Way Kuripan

Sungai Way Kuripan mengalir dari bagian barat Kota Bandar Lampung menuju ke tenggara dan bermuara di Teluk Lampung. Bentuk morfologi Sungai Way Kuripan secara umum adalah berkelok-kelok (*meandering*), dengan kemiringan dasar sungai adalah curam pada bagian hulu dan landai pada bagian hilir. Hulu DAS Way Kuripan berada di wilayah Kecamatan Tanjung Karang Barat dan Kabupaten Lampung Selatan. Daerah bagian hulu sampai tengah berupa daerah dataran tinggi/perbukitan namun sebagian besar kondisinya telah rusak oleh perambahan dan tidak adanya kegiatan rehabilitasi atau reboisasi. Pada daerah hilir, kondisinya saluran cenderung datar, dengan pemukiman yang relatif padat dan tidak tertata, seperti pada Kelurahan Kuripan, dan Kota Karang. Pemanfaatan bantaran sungai sebagai pemukiman akan menyebabkan adanya perubahan dimensi saluran sungai menjadi sempit atau mengurangi kapasitas tampung sungai, sehingga akibatnya jika terjadi hujan lebat maka debit banjir yang terjadi akan meluap, ditambah dengan saluran drainase yang buruk sehingga wilayah ini mengalami kejadian banjir atau genangan saat musim penghujan.

Pada Gambar 4.1 dipaparkan kondisi eksisting Way Belau Kuripan dan lahan reklamasi yang ada pada salah satu sisi muara sungai. Gambar tersebut adalah hasil dari foto satelit dengan pengambilan foto pada tahun 2007.



Gambar 4.1 Lahan reklamasi di salah satu sisi muara Sungai Way Belau Kuripan

Hujan Harian Maksimum Daerah Aliran Sungai (HHM DAS)

Data hidrologi yang tersedia di lokasi studi hanya berupa data hujan harian dari satu stasiun hujan. Data curah hujan yang dipakai diambil dari stasiun hujan terdekat. Pengambilan data hujan yang dipakai untuk analisis hujan rancangan dilakukan dengan cara mengambil data hujan harian maksimum pada setiap tahunnya. Data hujan harian maksimum disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1
Data Hujan Harian Maksimum DAS Way Kuripan

No	Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm)
1	1999	72,3
2	2000	108,1
3	2001	97,7
4	2002	130,0
5	2003	133,0
6	2004	137,2
7	2005	88,4
8	2006	73,0

Sumber : Hasil perhitungan

HHM Rata-rata DAS

Hujan harian maksimum rata-rata DAS dilakukan dengan cara rata-rata aljabar. Cara ini relevan dibanding jika menggunakan metode poligon Thiessen ataupun metode Isohyet, mengingat luas DAS Way Kuripan yang relatif kecil dan stasiun hujannya berdekatan antara satu dengan stasiun hujan yang lain. Dalam melakukan analisis hujan harian maksimum rata-rata DAS terdapat beberapa hal harus diketahui.

Hujan Rancangan

Hujan rancangan ditetapkan dengan cara analisis frekuensi, yaitu pendekatan statistik berdasarkan data hujan harian maksimum rata-rata DAS. Terdapat beberapa distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi, antara lain: [1] distribusi Normal; [2] distribusi Log-Normal; [3] distribusi Log-Pearson Tipe III; [4] distribusi Gumbel.

Penggunaan jenis distribusi tersebut ditentukan berdasarkan sifat khas statistik dari data hujan. Distribusi yang dipakai tersebut diuji kesesuaiannya terhadap data hujan. Pengujian distribusi dilakukan dengan cara uji Smirnov-Kolmogorov dan uji Chi-Kuadrat.

Untuk memperkirakan distribusi yang tepat yang akan dipakai dalam analisis frekuensi, terlebih dahulu dihitung sifat statistik data hujan-nya, kemudian dibandingkan dengan sifat khas distribusi frekuensi. Distribusi yang dipakai untuk analisis frekuensi yaitu distribusi yang sifat statistiknya paling mendekati sifat statistik data hujan (Tabel 4.2).

Tabel 4.2
Analisis sifat statistik data hujan

Parameter	Keterangan	Formula	Nilai
n	Jumlah data	Data	8
$\sum X_i$	Jumlah hujan 8 tahun	$\sum X_i$	839,70
X_r	Rata-rata	$X_r = \sum X_i / n$	105
$\sum (X_i - X_r)^2$			4877,6
$\sum (X_i - X_r)^3$			-1155,33
$\sum (X_i - X_r)^4$			4350926,33
S	Standar deviasi	$S = \{\sum (X_i - X_r)^2 / (n-1)\}^{0,5}$	24,672
Cv	Koefisien variasi	$C_v = S / X_r$	0,235
Cs	Asimetri	$C_s = n \sum (X_i - X_r)^3 / \{(n-1)(n-2) S^3\}$	-0,015
Ck	Kurtosis	$C_k = n * \sum (X_i - X_r)^4 / \{(n-1)(n-2)(n-3) S^4\}$	0,447

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.3
Memilih jenis distribusi frekuensi yang digunakan

Jenis Distribusi	Batasan Parameter Statistik Data Hujan	Hasil Hitungan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	-0,015	Tidak digunakan
Log Normal	$C_s / C_v = 3$, C_s Positif	-0,0623	Tidak digunakan
Gumbel	$C_s = 1,1396$	-0,015	Tidak digunakan

	Ck = 5,4	0,447	
Log Pearson III	-	-	Digunakan

Sumber : Hasil perhitungan

Dengan nilai sifat statistik seperti tersebut di atas, diperoleh sebaran yang paling cocok yaitu distribusi Log-Pearson Tipe III. Penggambaran data pada kertas probabilitas dilakukan dengan cara mengurutkan data hujan dari nilai terkecil sampai ke nilai terbesar (Tabel 4.4).

Tabel 4.4
Probabilitas data hujan

m	Xi	m/(n+1) %
1	72,3	11,1
2	73,0	22,2
3	88,4	33,3
4	97,7	44,4
5	108,1	55,6
6	130,0	66,7
7	133,0	77,8
8	137,2	88,9

Sumber : Hasil perhitungan

Penggambaran garis teoritis pada kertas probabilitas Log Normal akan menghasilkan garis lengkung, yaitu sebagai berikut :

$$X_T = X_r + K \cdot S$$

dimana : X_T = tinggi hujan untuk kala ulang tertentu

X_r = tinggi hujan rerata

K = faktor frekuensi,

S = standar deviasi

Untuk pembuatan garis teoritis, dihitung nilai X_T dan dibuat cukup banyak agar diperoleh garis kurva yang mulus (Tabel 4.5), kemudian diplotkan pada kertas probabilitas distribusi Log Normal akan didapat garis lengkung.

Tabel 4.5
Hitungan untuk penggambaran garis teoritis Log Pearson Tipe III

T (Tahun)	Kurtosis K	Xt (mm)	1/T (%)
	Cs = -0,015		
1,0101	-1,2525	74,06	99,0
1,0526	-1,1287	77,12	95,0
1,1111	-1,0166	79,88	90,0
1,25	-0,8245	84,62	80,0
2	-0,2408	99,02	50,0
5	0,6891	121,96	20,0
10	1,3328	137,84	10,0
25	2,1470	157,93	4,0
50	2,7471	172,74	2,0
100	3,3335	187,21	1,0
200	3,9148	201,55	0,5

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.6
Hujan harian rancangan DAS Way Kuripan

Kala Ulang (Tahun)	P_T (mm)
2	99,02
5	121,96
10	137,84
25	157,93
50	172,74
100	187,21

Sumber : Hasil perhitungan

Hujan Jam-jaman

Untuk keperluan pengalihragaman data hujan ke besaran debit banjir

(hidrograf banjir) dengan metode hidrograf satuan, diperlukan data hujan jam-jaman. Distribusi hujan jam-jaman dapat diperoleh dari catatan stasiun hujan otomatis. Namun demikian, pada daerah studi maupun di DAS terdekat tidak tersedia data hujan jam-jaman. Oleh sebab itu, hujan jam-jaman akan diperkirakan berdasarkan karakteristik hujan secara umum. Menurut hasil penyelidikan *Van Breen* di Indonesia (Sri Harto, 1991) , hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam, dengan distribusi 10%, 40%, 40% dan 10%.

Dengan anggapan bahwa hujan rancangan untuk berbagai kala ulang memiliki distribusi hujan jam-jaman yang sama seperti tersebut di atas, maka hujan jam-jaman DAS Way Kuripan dapat ditentukan seperti disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Intensitas hujan jam-jaman DAS Way Kuripan

Kala Ulang (Tahun)	Hujan rancangan (mm)	90 % Hujan Rancangan (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)			
			Jam ke 1 10%	Jam ke 2 40%	Jam ke 3 40%	Jam ke 4 10%
2	99,02	89,12	8,91	35,65	35,65	8,91
5	121,96	109,77	10,98	43,91	43,91	10,98
10	137,85	124,06	12,41	49,62	49,62	12,41
25	157,93	142,14	14,21	56,86	56,86	14,21
50	172,74	155,46	15,55	62,19	62,19	15,55
100	187,21	168,49	16,85	67,39	67,39	16,85

Debit Banjir Rancangan

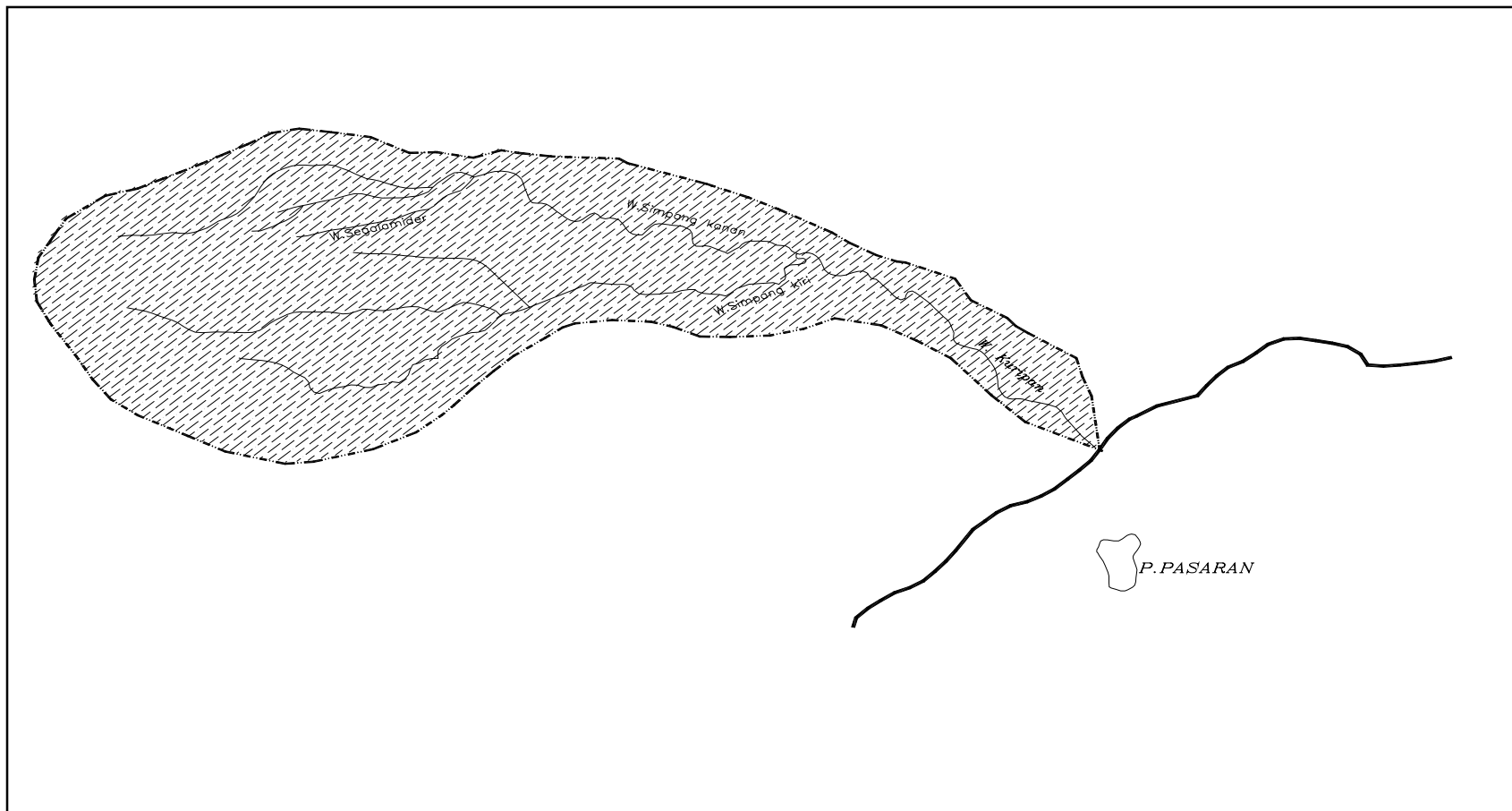
Penentuan debit banjir rancangan adalah hasil analisis beberapa metode, yaitu

analisis hujan aliran dengan hidrograf satuan sintetik. Hasil dari beberapa model tersebut diperbandingkan dan diambil yang memiliki kesesuaian dengan karakteristik aktual DAS-nya.

Analisis debit banjir rancangan berdasarkan data hujan, yaitu dengan transformasi data hujan menjadi debit banjir dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I, hidrograf acuan *bank-full capacity*, dan metode rasional, dengan anggapan bahwa kala ulang hujan sama dengan kala ulang banjir.

□ **Hidrograf Satuan Sintetik Gama I**

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I (Sri Harto, 1991) diturunkan berdasarkan parameter-parameter DAS yang dapat diukur dari peta topografi pada penggal sungai yang ditinjau. Daerah aliran dan jaringan Sungai Way Kuripan dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3. Parameter-parameter DAS pada titik tinjauan Way Kuripan dan analisis HSS Gama I, dapat disimak pada Tabel 4.8.



Gambar 4.2 Daerah Aliran Sungai Way Kuripan



Gambar 4.3 Jaringan Sungai Way Kuripan

Tabel 4.8
Analisis hidrograf satuan sintetis Gama I

Parameter		Formula	Satuan	Kuripan
A	: Catchment area	Data	km ²	31,100
L	: Panjang sungai	Data	km	9,606
S	: Kemiringan sungai	Data	%	2,2
J ₁	: Jumlah sungai tingkat 1	Data	bh	7
J _s	: Jumlah sungai semua tingkat	Data	bh	12
L ₁	: Panjang sungai tingkat 1	Data	km	17,715
L _s	: Panjang sungai semua tingkat	Data	km	32,465
W _L	: Lebar DAS pada 0,25L	Data	km	0,850
W _U	: Lebar DAS pada 0,75L	Data	km	0,986
A _u	: Luas DAS di hulu titik berat	Data	km ²	22,280
SF	: Faktor sumber	$SF = L_1/L_s$		0,546
SN	: Frekuensi sumber	$SN = J_1/J_s$		0,583
WF	: Faktor lebar	$WF = W_U/W_L$		1,160
RUA	: Luas DAS sebelah hulu	$RUA = A_u/A$		0,782
JN	: Jumlah pertemuan sungai	$JN = J_1 - 1$		6
D	: Kerapatan jaringan kuras	$D = L_s/A$	km/km ²	1,044
SIM	: Faktor simetri	$SIM = WF \cdot RUA$		0,907
e	: Logaritma natural	Ketetapan		2,718
k	: Koefisien tampungan	$k = 0,5617A^{0,1798}S^{-0,1446}SF^{-1,0897}D^{0,0452}$		3,508
TR	: Waktu naik	$TR = 0,43(SF \cdot L/100)^3 + 1,0665 \cdot SIM + 1,2774$	jam	2,247
Qp	: Debit puncak	$Qp = 0,1836A^{0,5886}TR^{-0,4008} \cdot JN^{0,2381}$	m ³ /d	1,538

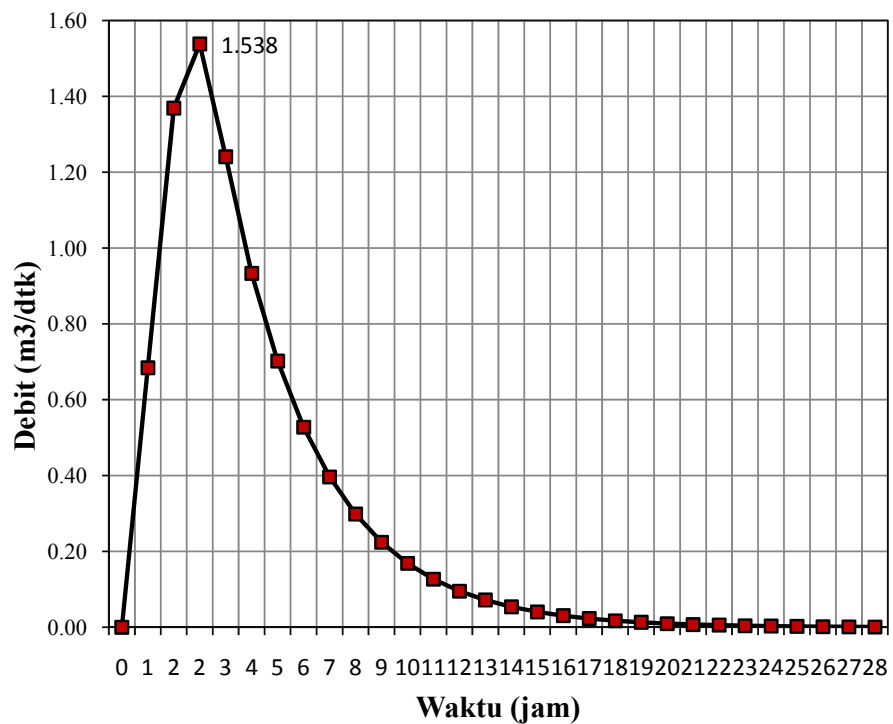
TB	: Waktu dasar	$TB = \frac{27,4132TR^{0,1457}S^{-0,0986}SN^{0,7344}}{RUA^{0,2574}}$	jam	28,392
Qt	: Debit pada jam ke t	$Qt = Qp \cdot e^{-t/k}$	m ³ /d	
Q _B	: Base flow	$Q_B = 0,4751A^{0,6444}D^{0,9430}$	m ³ /d	4,532
□	: Indek infiltrasi	$\square = 10,4903 - 3,859 \cdot 10^{-6}A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13}(A/SN)^4$	mm/jam	10,487

Sumber : Hasil perhitungan

Dari parameter-parameter tersebut di atas, diperoleh Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama I, seperti disajikan pada Tabel 4.9 dan Gambar 4.4. Sedangkan debit banjir rencana untuk beberapa kala ulang banjir, dihitung berdasarkan data hujan jam-jaman dan HSS Gama I, hasilnya dapat disimak pada Tabel 4.10 dan Gambar 4.5.

Tabel 4.9 Hubungan waktu dan debit HSS Gama I

No	Watu (jam)	Debit (m ³ /det)	No	Watu (jam)	Debit (m ³ /det)
1	0	0,000	16	16	0,054
2	1	0,684	17	17	0,041
3	2	1,369	18	18	0,031
4	2,247	1,538	19	19	0,023
5	3	1,241	20	20	0,017
6	4	0,933	21	21	0,013
7	5	0,702	22	22	0,010
8	6	0,528	23	23	0,007
9	7	0,397	24	24	0,006
10	8	0,298	25	25	0,004
11	9	0,224	26	26	0,003
12	10	0,169	27	27	0,002
13	11	0,127	28	28	0,002
14	12	0,095	29	29	0,001
15	13	0,072	30	30	0,001



Gambar 4.4 HSS Gama I

Dari perhitungan alih ragam curah hujan menjadi debit diperoleh besaran debit ulang banjir Sungai Way Kuripan disajikan pada Tabel 4.10.

Perhitungan untuk menghasilkan hidrograf satuan (hidrograf banjir) untuk

masing-masing kala ulang ditampilkan pada Tabel 4.11 – 4.16 dan Gambar untuk Hidrograf banjir masing-masing kala ulang disajikan pada Gambar 4.5.

Tabel 4.10
Hasil perhitungan debit rancangan tiap kala ulang

Kala Ulang	Hujan Rancangan (mm)	90% Hujan Rancangan (mm)	Debit Rancangan (m ³ /dt)
2	99,022	89,119	100,770
5	121,964	109,767	123,830
10	137,845	124,061	139,792
25	157,933	142,140	159,983
50	172,738	155,465	174,864
100	187,206	168,485	189,406

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.11
Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 2 tahun

Jam	U(t,1)	t1	t2	t3	t4	Qtotol
		8,91	35,65	35,65	8,91	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,684	6,100	0,000	0,000	0,000	6,784
2	1,369	12,200	48,800	0,000	0,000	62,368

3	1,241	11,059	44,235	44,235	0,000	100,770
4	0,933	8,316	33,263	33,263	8,316	84,091
5	0,702	6,253	25,013	25,013	6,253	63,234
6	0,528	4,702	18,809	18,809	4,702	47,550
7	0,397	3,536	14,144	14,144	3,536	35,756
8	0,298	2,659	10,636	10,636	2,659	26,887
9	0,224	1,999	7,998	7,998	1,999	20,218
10	0,169	1,503	6,014	6,014	1,503	15,204
11	0,127	1,131	4,522	4,522	1,131	11,433
12	0,095	0,850	3,401	3,401	0,850	8,597
13	0,072	0,639	2,557	2,557	0,639	6,465
14	0,054	0,481	1,923	1,923	0,481	4,861
15	0,041	0,361	1,446	1,446	0,361	3,655

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.12
Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 5 tahun

Jam	U(t,1)	t1	t2	t3	t4	Qtotol
		10,98	43,91	43,91	10,98	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,684	7,513	0,000	0,000	0,000	8,198
2	1,369	15,026	60,106	0,000	0,000	76,501
3	1,241	13,621	54,484	54,484	0,000	123,830
4	0,933	10,243	40,970	40,970	10,243	103,358
5	0,702	7,702	30,808	30,808	7,702	77,722
6	0,528	5,792	23,167	23,167	5,792	58,444
7	0,397	4,355	17,421	17,421	4,355	43,948
8	0,298	3,275	13,100	13,100	3,275	33,048
9	0,224	2,463	9,851	9,851	2,463	24,851
10	0,169	1,852	7,407	7,407	1,852	18,687
11	0,127	1,393	5,570	5,570	1,393	14,052
12	0,095	1,047	4,188	4,188	1,047	10,567
13	0,072	0,787	3,150	3,150	0,787	7,946
14	0,054	0,592	2,368	2,368	0,592	5,975
15	0,041	0,445	1,781	1,781	0,445	4,493

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.13
Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 10 tahun

Jam	U(t,1)	t1	t2	t3	t4	Qtotol
		12,41	49,62	49,62	12,41	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,684	8,492	0,000	0,000	0,000	9,176
2	1,369	16,983	67,932	0,000	0,000	86,284
3	1,241	15,395	61,578	61,578	0,000	139,792
4	0,933	11,576	46,305	46,305	11,576	116,695

5	0,702	8,705	34,820	34,820	8,705	87,751
6	0,528	6,546	26,183	26,183	6,546	65,986
7	0,397	4,922	19,689	19,689	4,922	49,619
8	0,298	3,701	14,805	14,805	3,701	37,312
9	0,224	2,783	11,133	11,133	2,783	28,057
10	0,169	2,093	8,372	8,372	2,093	21,098
11	0,127	1,574	6,295	6,295	1,574	15,865
12	0,095	1,183	4,734	4,734	1,183	11,930
13	0,072	0,890	3,560	3,560	0,890	8,971
14	0,054	0,669	2,677	2,677	0,669	6,746
15	0,041	0,503	2,013	2,013	0,503	5,073

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.14
Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 25 tahun

Jam	U(t,1)	t1	t2	t3	t4	Qtotal
		14,21	56,86	56,86	14,21	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,684	9,729	0,000	0,000	0,000	10,413
2	1,369	19,458	77,832	0,000	0,000	98,659
3	1,241	17,638	70,552	70,552	0,000	159,983
4	0,933	13,263	53,053	53,053	13,263	133,565
5	0,702	9,973	39,894	39,894	9,973	100,436
6	0,528	7,500	29,999	29,999	7,500	75,525
7	0,397	5,640	22,558	22,558	5,640	56,792
8	0,298	4,241	16,963	16,963	4,241	42,706
9	0,224	3,189	12,756	12,756	3,189	32,113
10	0,169	2,398	9,592	9,592	2,398	24,148
11	0,127	1,803	7,213	7,213	1,803	18,159
12	0,095	1,356	5,424	5,424	1,356	13,655
13	0,072	1,020	4,078	4,078	1,020	10,268
14	0,054	0,767	3,067	3,067	0,767	7,721
15	0,041	0,577	2,306	2,306	0,577	5,806

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.15
Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 50 tahun

Jam	U(t,1)	t1	t2	t3	t4	Qtotal
		15,55	62,19	62,19	15,55	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,684	10,641	0,000	0,000	0,000	11,326
2	1,369	21,282	85,128	0,000	0,000	107,779
3	1,241	19,291	77,166	77,166	0,000	174,864
4	0,933	14,507	58,026	58,026	14,507	145,999
5	0,702	10,908	43,634	43,634	10,908	109,786
6	0,528	8,203	32,811	32,811	8,203	82,556

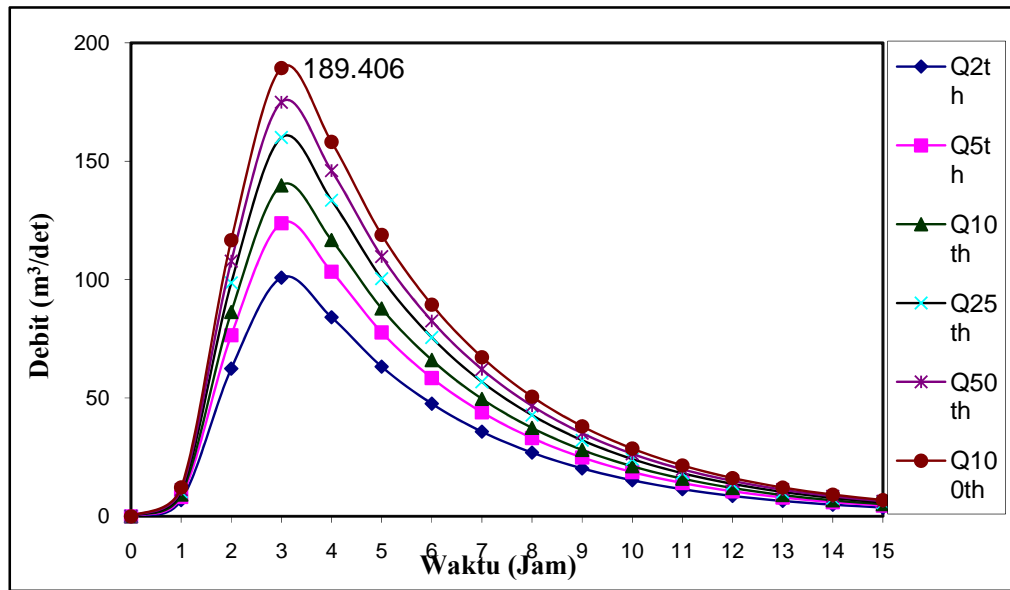
7	0,397	6,168	24,673	24,673	6,168	62,079
8	0,298	4,638	18,553	18,553	4,638	46,681
9	0,224	3,488	13,951	13,951	3,488	35,103
10	0,169	2,623	10,491	10,491	2,623	26,396
11	0,127	1,972	7,889	7,889	1,972	19,849
12	0,095	1,483	5,932	5,932	1,483	14,926
13	0,072	1,115	4,461	4,461	1,115	11,224
14	0,054	0,839	3,354	3,354	0,839	8,440
15	0,041	0,631	2,522	2,522	0,631	6,347

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.16
Perhitungan hidrograf banjir dengan kala ulang 100 tahun

Jam	U(t,1)	t1	t2	t3	t4	Qttotal
		16,85	67,39	67,39	16,85	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,684	11,532	0,000	0,000	0,000	12,217
2	1,369	23,065	92,258	0,000	0,000	116,692
3	1,241	20,907	83,629	83,629	0,000	189,406
4	0,933	15,722	62,886	62,886	15,722	158,148
5	0,702	11,822	47,288	47,288	11,822	118,922
6	0,528	8,890	35,559	35,559	8,890	89,426
7	0,397	6,685	26,739	26,739	6,685	67,245
8	0,298	5,027	20,107	20,107	5,027	50,566
9	0,224	3,780	15,120	15,120	3,780	38,024
10	0,169	2,842	11,370	11,370	2,842	28,593
11	0,127	2,137	8,550	8,550	2,137	21,501
12	0,095	1,607	6,429	6,429	1,607	16,168
13	0,072	1,209	4,834	4,834	1,209	12,158
14	0,054	0,909	3,635	3,635	0,909	9,142
15	0,041	0,683	2,734	2,734	0,683	6,875

Sumber : Hasil perhitungan

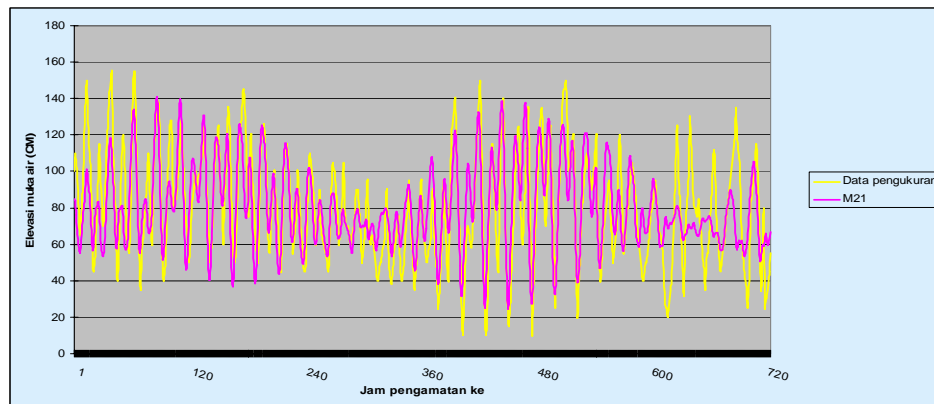


Gambar 4.5 Hidrograf banjir HSS Gama I untuk masing-masing kala ulang

Debit rancangan hasil perhitungan tersebut selanjutnya akan digunakan pada analisis aliran sungai menggunakan program HEC-RAS 4.0 Beta sebagai input debit (Q) aliran untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

Pengamatan Pasang Surut

Grafik pasang surut berdasarkan hasil pengamatan yang dilaksanakan di lokasi Teluk Betung Selatan (Konsultan Bina Buana Raya, 2007) dan hasil pemodelan pasang surut dengan *metode admiralty* disajikan pada Gambar 4.6.



Analisis Data Pasang Surut

Analisis data pasang surut dilakukan untuk mendapatkan elevasi penting seperti elevasi muka air tertinggi (HHWL), muka air rata-rata (MSL) dan sebagainya. Elevasi ini berguna dalam desain dimensi suatu struktur yang senantiasa berinteraksi dengan laut seperti *jetty*, *breakwater*, *groin*, dinding pantai dan sebagainya.

Dalam analisis pasang surut dilakukan 2 kegiatan utama yaitu :

1. Menguraikan data pasang surut

Salah satu metode yang digunakan dalam penguraian data pasang surut, adalah *Metode Admiralty*. *Metode Admiralty* didasarkan pada aturan perhitungan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan pada awal abad 20. *Metode Admiralty* hanya terbatas untuk menguraikan data pasang surut yang mempunyai selang waktu 15 hari atau 29 hari. Interval pencatatan data juga terbatas yaitu harus berinterval 1 jam.

2. Meramal fluktuasi muka air

Peramalan pasang surut dilakukan dengan metode penjumlahan dengan koreksi pasang surut. Metode penjumlahan dengan koreksi diturunkan untuk mendapatkan data fluktuasi muka air laut untuk beda waktu tertentu terhadap waktu awal acuan. Metode ini dikembangkan sejalan dengan metode penguraian pasang surut *Admiralty* sehingga sudah merupakan suatu paket dengan *Metode Admiralty*. Yang dimaksud dengan koreksi adalah suatu faktor pengali terhadap harga amplitudo dan fase komponen pasang surut yang diakibatkan adanya perbedaan waktu acuan pukul 00.00.

Dari hasil pengolahan dan peramalan data pasang surut lokasi pengamatan didapatkan komponen pasang surut (Tabel 4.17) sebagai berikut:

Tabel 4.17
Komponen pasang surut Metode Admiralty

No	Parameter	Komponen
----	-----------	----------

		S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
1	Amplitudo	149,3	31,1	12,2	1,8	10,9	9,7	0,69	0,71	5,3	5,2
2	Beda	0	318,4	208,7	74,4	232,1	25,4	278,2	256,7	225,4	232,1
3	Frekwensi	0	28,98	30	28,44	15,04	13,94	57,97	58,98	30,08	14,96

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.17 komponen yang telah didapatkan dapat diketahui type/sifat pasang surut yang terjadi pada daerah tersebut dengan

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = 0,47 \quad \text{Lokasi Perairan Bandar Lampung}$$

Dengan nilai F (*Formzahl*) tersebut maka tipe pasang surut berada dalam interval $0,25 < F < 1,5$ maka dikategorikan pasang surut tersebut termasuk tipe *Pasang Campuran dominan ganda*.

Berdasarkan amplitudo komponen pasang-surut tersebut di atas maka dapat ditentukan atau dihitung acuan elevasi muka air (Tabel 4.18) sebagai berikut:

Tabel 4.18
Hasil perhitungan komponen pasang surut

No	Acuan Elevasi muka air		Elevasi (cm)	
1	Mean High Water Spring	MHWS	$So + (AM2 + AS2)$	192,3
2	Mean Low Water Spring	MLWL	$So - (AM2 + AS2)$	105,7
3	Highest High Water Spring	HHWS	$So + (AM2 + AS2) + (AK1 + AO1)$	212,9
4	Lowest Low Water Spring	LLWS	$So - (AM2 + AS2) + (AK1 + AO1)$	126,3
5	Highest Astronomical Tides	HAT	$So + \sum Ai$	243,3
6	Lowest Astronomical Tides	LAT	$So - \sum Ai$	64,3

Pengamatan Arus Laut

Untuk pengamatan kecepatan arus ini, Metode Eularian dipergunakan. Agar mudah dilihat pergerakannya dipergunakan sebuah pelampung yang diberi beban sedemikian rupa, dan untuk membuat pelampung tersebut dapat bergerak sesuai dengan pergerakan arus maka dipergunakan sebuah parasut yang dipasang pada kedalaman ± 1 meter. Hasil dari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut (Konsultan Bina Buana Raya, 2007).

Tabel 4.19
Data pengamatan kecepatan arus laut

No	Arah	Jarak (m)	Waktu(menit)	Kecepatan (m/detik)
----	------	-----------	--------------	---------------------

1	BD	10,8	41,16	0,262
2	B	10,8	35,87	0,301
3	BD	10,8	42,17	0,256
4	B	10,8	42,06	0,257
5	B	10,8	41,55	0,260
6	BD	10,8	38,11	0,283
7	BD	10,8	31,51	0,343
8	B	10,8	39,86	0,271
9	B	10,8	30,56	0,353
10	B	10,8	46,24	0,234
11	B	10,8	42,12	0,256
12	B	10,8	38,92	0,277
13	BD	10,8	45,04	0,240
14	B	10,8	42,16	0,256
15	B	10,8	41,92	0,258

Sumber: Konsultan Bina Buana Raya

Dari hasil pengamatan kecepatan arus laut di perairan Bandar Lampung didapat rata-rata kecepatan arus yang terjadi pada kedalaman 1 meter adalah sebesar 0,274 m/detik ke arah barat. Arus ini terjadi di luar daerah gelombang pecah atau di daerah laut dalam.

Pengolahan Data Angin

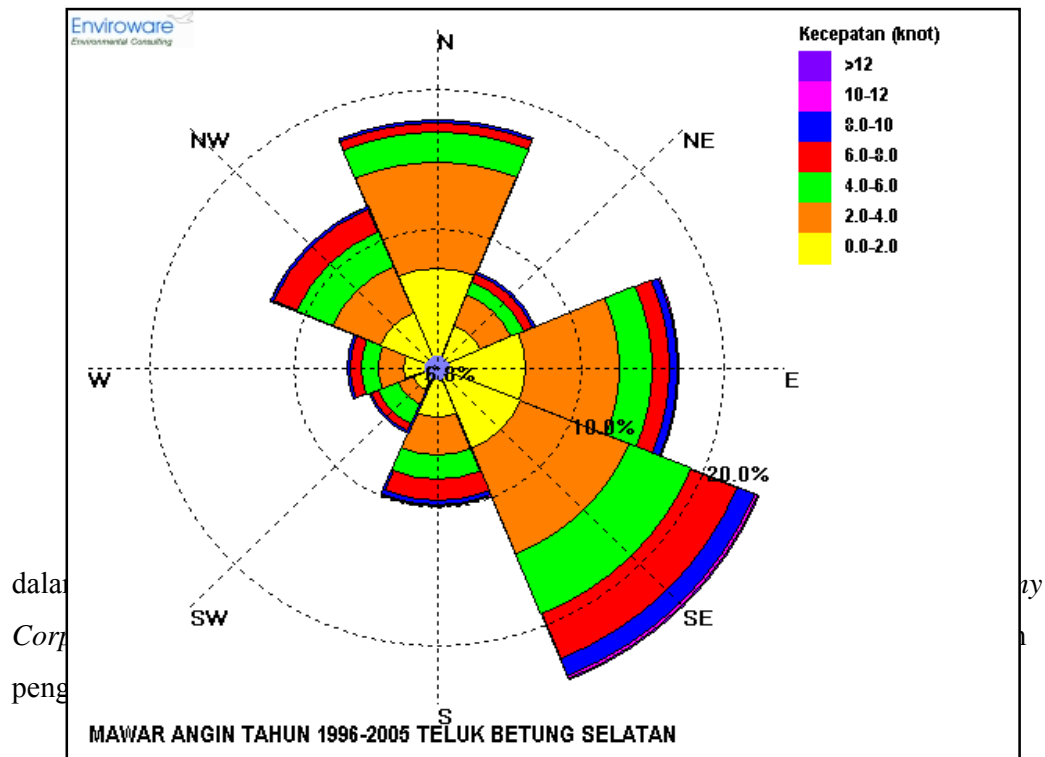
Data yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Branti Tanjung Karang Provinsi Lampung. Data yang diperoleh adalah data kecepatan dan arah angin rerata harian hasil pencatatan selama 10 tahun terakhir (1998-2008). Untuk keperluan perhitungan prakiraan gelombang air laut di perairan Pantai Kecamatan Teluk Betung Selatan, maka data angin diolah dengan menggunakan perangkat lunak statistik SPSS untuk menghasilkan matriks distribusi kecepatan angin sesuai dengan arahnya

Tabel 4.20
Distribusi arah dan kecepatan angin
di wilayah pantai Kecamatan Teluk Betung Selatan

ARAH	KECEPATAN								TOTAL
	CALM	0-2 KNOT	2-4 KNOT	4-6 KNOT	6-8 KNOT	8-10 KNOT	10-12 KNOT	>12 KNOT	
U	6,76%	6,30%	7,61%	2,19%	0,66%	0,14%	0,00%	0,00%	23,65%
TL	0,00%	2,41%	2,33%	0,99%	0,63%	0,25%	0,00%	0,03%	6,63%
T	0,00%	5,31%	6,54%	2,25%	1,23%	0,47%	0,11%	0,00%	15,91%
TG	0,00%	5,39%	8,19%	4,63%	3,50%	1,34%	0,22%	0,05%	23,33%
S	0,00%	2,68%	2,77%	1,67%	1,51%	0,38%	0,05%	0,00%	9,06%
BL	0,00%	0,99%	1,07%	1,48%	0,60%	0,14%	0,00%	0,00%	4,27%
BD	0,00%	1,48%	1,75%	1,23%	0,71%	0,19%	0,00%	0,00%	5,37%
B	0,00%	3,50%	3,59%	2,71%	1,73%	0,22%	0,03%	0,00%	11,77%
TOTAL	6,76%	28,07%	33,84%	17,14%	10,57%	3,12%	0,41%	0,08%	100%

Sumber: Stasiun Meteorologi Branti Tanjung Karang Provinsi Lampung

Dalam kaitan ini pada Tabel 4.20 ditampilkan distribusi arah dan kecepatan angin rerata harian di Wilayah Pantai Kecamatan Teluk Betung Selatan berdasarkan data tersebut di atas. Selanjutnya, pada Gambar 4.7 ditampilkan diagram distribusi arah dan kecepatan angin yang biasa disebut sebagai mawar angin (*wind rose*). Tampak bahwa angin dominan datang dari arah tenggara.

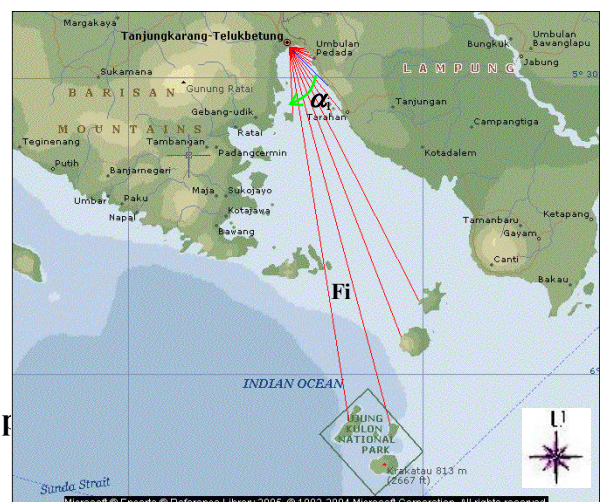
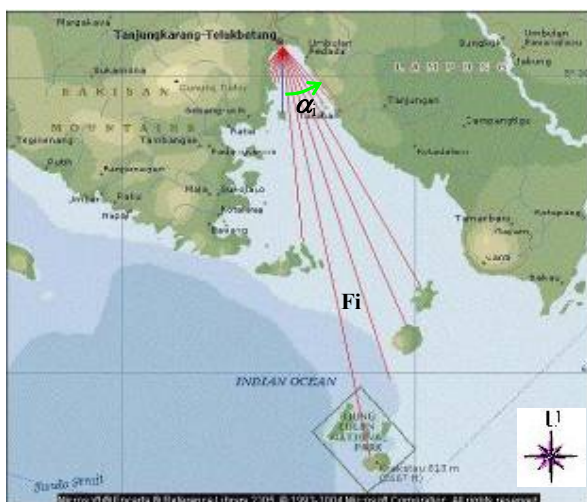


Interaksi antara angin dan permukaan air menyebabkan timbulnya gelombang (istilah lebih tepatnya adalah gelombang akibat angin atau waves, untuk membedakan dengan jenis gelombang lain yang ditimbulkan misalnya oleh gempa, pasang surut, dan sebagainya).

Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin.

Panjang daerah pembentukan gelombang atau *fetch* ini ditentukan dengan cara:

- Ditarik garis-garis *fetch* setiap interval sudut 6 derajat
- Tiap penjurang angin (arah utama) mempunyai daerah pengaruh selebar 42 derajat ke sebelah kiri dan sebelah kanan.
- Panjang garis *fetch* dihitung dari lokasi peramalan sampai ke darat di ujung lainnya.
- Masing-masing garis *fetch* dalam daerah pengaruh suatu penjurang angin (arah utama) diproyeksikan ke arah penjurang tersebut.
- Panjang garis *fetch* diperoleh dengan membagi jumlah panjang proyeksi garis-garis *fetch* dengan jumlah cosinus sudutnya.



Dari Gambar 4.8 maka didapat panjang *Fetch Efektif* untuk daerah Teluk Betung Selatan. Untuk pengolahan data berdasarkan jarak fetch dan sudut antara garis bangkitan fetch ditampilkan pada Tabel 4.21 berikut:

Tabel 4.21
Hitungan panjang Fetch Efektif untuk berbagai arah

Fetch Efektif Arah Selatan				Fetch Efektif Arah Tenggara			
α	Xi (km)	Cos α	xi Cos α	α	Xi (km)	Cos α	xi Cos α
42	14,5743	0,74	10,83	42	2,9026	0,74	2,16
36	12,8191	0,81	10,37	36	3,2547	0,81	2,63
30	52,5038	0,87	45,47	30	3,6891	0,87	3,19
24	57,7809	0,91	52,78	24	4,4465	0,91	4,06
18	66,0755	0,95	62,84	18	4,835	0,95	4,60
12	79,3891	0,98	77,65	12	4,9708	0,98	4,86
6	37,2054	0,99	37,00	6	5,3941	0,99	5,36
0	12,378	1,00	12,38	0	10,266	1,00	10,27
6	6,445	0,99	6,41	6	15,5208	0,99	15,44
12	7,1188	0,98	6,96	12	14,5453	0,98	14,23
18	6,3984	0,95	6,09	18	53,5441	0,95	50,93
24	5,4469	0,91	4,98	24	58,6002	0,91	53,53
30	4,4336	0,87	3,84	30	73,4696	0,87	63,62
36	3,8717	0,81	3,13	36	71,115	0,81	57,53
42	3,8586	0,74	2,87	42	12,378	0,74	9,20
Total	370,299 ₁	13,51	343,60	Total	338,928 ₂	13,51	301,61
Fetch Efektif = 25,43 km				Fetch Efektif = 22,32 km			

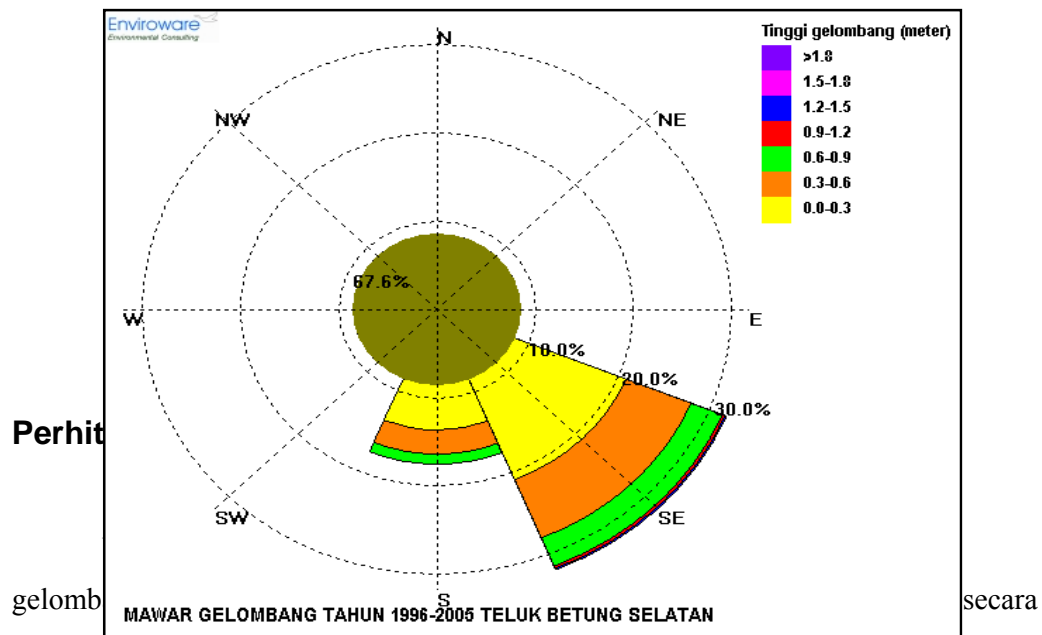
Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.22
Distribusi arah dan tinggi gelombang

ARAH	TINGGI GELOMBANG	TOTAL
------	------------------	-------

	CALM	0,0-0,3	0,3-0,6	0,6-0,9	0,9-1,2	1,2-1,5	1,5-1,8	>1,8	
U	67.61%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TL		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
T		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TG		12,35%	7,20%	3,40%	0,33%	0,03%	0,00%	0,03%	23,33%
S		5,20%	2,77%	1,04%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	9,06%
BL		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
BD		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
B		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL	67.61%	17,55%	9,97%	4,44%	0,38%	0,03%	0,00%	0,03%	100%

Sumber : Hasil perhitungan



Hasil perhitungan statistik tinggi gelombang dengan Metoda Gumbel untuk berbagai kala ulang kejadian disajikan pada Tabel 4.23 berikut ini.

Tabel 4.23
Hasil perhitungan statistik gelombang
dengan metoda Gumbel untuk berbagai kala ulang

Kala Ulang	Tinggi Gelombang (m)
2	0,76
5	1,36
10	1,72
25	2,25
50	2,61
100	2,98

Sumber : Hasil perhitungan

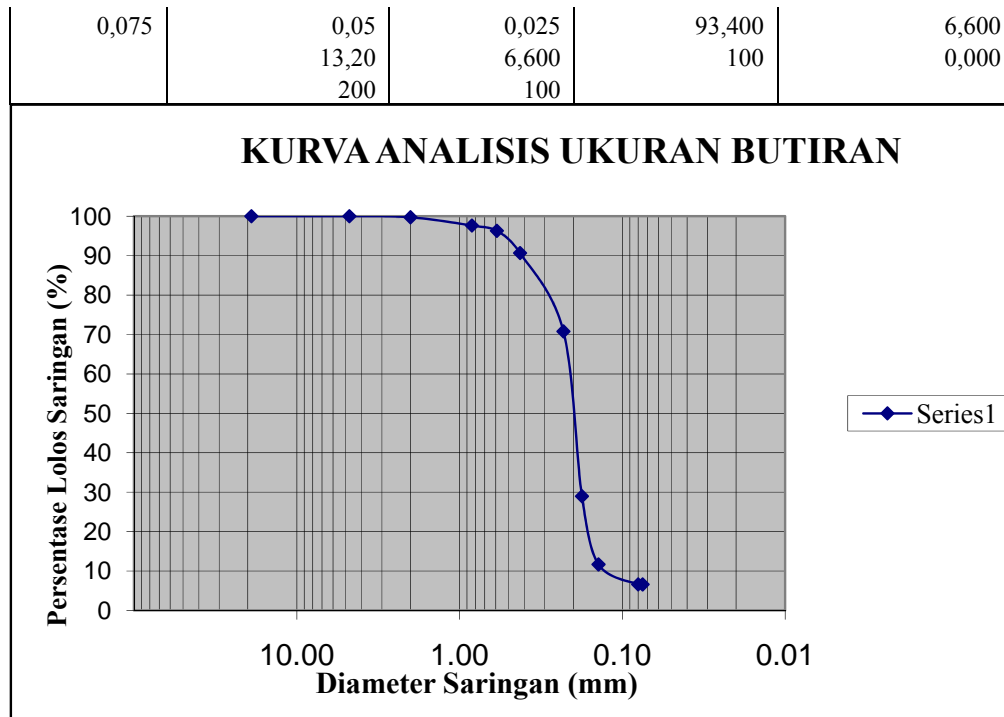
Penentuan kala ulang gelombang rencana biasanya didasarkan pada nilai daerah yang akan dilindungi dan jenis konstruksi yang akan dibangun. Makin tinggi nilai ekonomis daerah yang akan dilindungi makin besar pula kala ulang gelombang rencana yang akan dipilih. Untuk menentukan kala ulang gelombang rencana biasanya dilakukan studi kelayakan untuk memilih kala ulang yang memberikan kelayakan terbaik (dapat dilihat dari *Net Benefit* terbaik, *Benefit Cost Ratio* terbaik, *Total Cost* terendah, pertimbangan korban jiwa yang mungkin terjadi) (Yuwono, 1996).

Analisa Sedimen Sungai

Pengambilan sampel sedimen sungai dilakukan pada lokasi sekitar muara Sungai Way Kuripan dengan analisa gradasi butiran (Tabel 4.24) sebagai berikut:

Tabel 4.24
Sedimen Sungai Way Kuripan

DIAMETER (mm)	BERAT TANAH TERTAHAN (gr)	% BERAT TERTAHAN	% KUMULATIF BERAT TERTAHAN	% LOLOS SARINGAN
19,000	0,00	0,000	0,000	100,000
4,750	0,00	0,000	0,000	100,000
2,000	0,59	0,295	0,295	99,705
0,840	4,13	2,065	2,360	97,640
0,590	2,73	1,365	3,725	96,275
0,425	11,26	5,630	9,355	90,645
0,230	39,75	19,875	29,230	70,770
0,177	83,53	41,765	70,995	29,005
0,140	34,65	17,325	88,320	11,680
0,080	10,11	5,055	93,375	6,625

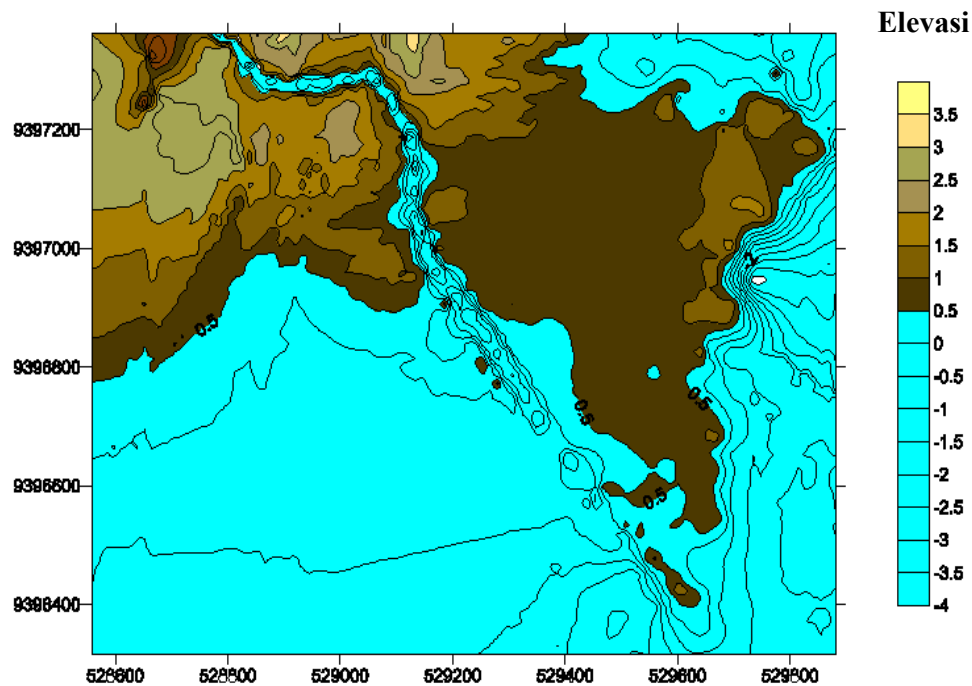


Gambar 4.10

Kurva analisis ukuran butir

Analisa Perubahan Morfologi Sungai

Muara Sungai Way Kuripan mempunyai peranan yang sangat penting bagi kapal-kapal nelayan dalam melakukan aktifitas pelayaran, karena sebagian besar dari para nelayan tersebut bertempat tinggal di dalam Wilayah Muara Sungai Way Kuripan. Sekarang ini, di wilayah tersebut sudah terjadi perubahan morfologi sungai yang cukup besar, yang mempengaruhi kelancaran kapal keluar masuk muara. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh sedimentasi yang besar di sebelah kanan dan kiri penampang aliran sungai. Sebelum mulut sungai juga mengalami penyempitan penampang sungai. Ditambah lagi kondisi pada mulut muara sungai juga sudah terjadi endapan sedimen (sedimentasi) yang menyebabkan kurang efektifnya jalan kapal keluar masuk sungai. Berikut ini dapat disajikan kondisi Muara Sungai Way Kuripan saat laut pasang dimana terjadi penyempitan muara, dan dapat dilihat bahwa keadaan di sebelah kanan mulut muara terjadi penggenangan oleh air laut saat air pasang, seperti ditampilkan pada Gambar 4.11.



Kondisi muara Sungai Way Kuripan saat kondisi air surut berubah dari kondisi pasang sehingga dapat dilihat adanya penyempitan dan pendangkalan seperti disajikan pada Gambar 4.12. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa sebelah kanan mulut muara terjadi pendangkalan, adanya penyempitan alur sungai dan tepat pada ujung muara terjadi pendangkalan dengan kedalaman air saat surut adalah sekitar 0,6 m. Pendangkalan tersebut terjadi karena kondisi morfologi sungai, pengaruh proses abrasi dan sedimentasi pada bagian tersebut.

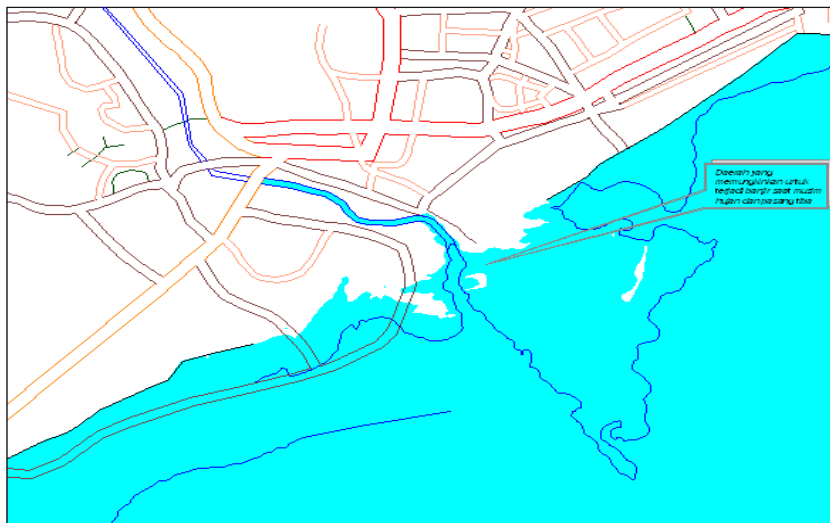
Dari hasil studi (Konsultan Bina Buana Raya, 2007) diketahui bahwa perediksi besarnya erosi hulu sungai Way Kuripan adalah lebih kurang sebesar 111.967,24 m³/tahun dan besarnya laju erosi lahan untuk DPS Way Kuripan adalah sebesar 18.260 ton/ha/tahun. Angka ini menunjukkan bahwa sedimentasi yang terjadi di sungai dan muara akibat sedimen yang dibawa dari hulu sangat besar bila dibandingkan dengan Sungai-sungai di DPS Kota Bandar Lampung lain. Dari hasil pengujian kualitas air yang pernah dilakukan 2006 didapat bahwa kandungan TSS (ppm) adalah sebesar 130, kandungan ini lebih besar dari yang diperbolehkan (maksimal diperbolehkan sebesar 100 ppm). Kandungan Cd (ppm) adalah sebesar 0,3714 > 0,01 (maksimal yang diperbolehkan) dan kandungan Pb (ppm) adalah sebesar 0,13 > 0,1 (maksimal yang diperbolehkan).

Kelurahan yang berada di lokasi muara Sungai Way Kuripan adalah Kelurahan Pesawahan dan Kelurahan Kuripan, kejadian banjir yang terjadi adalah saat musim penghujan dan pasang tiba dengan tinggi genangan mencapai 30 cm. Lokasi genangan yang mungkin dapat terjadi di lokasi Muara Sungai Way Kuripan dapat dilihat pada Gambar 4.13. Pola kejadian genangan saat laut surut di lokasi muara Sungai Way Kuripan dapat disajikan pada Gambar 4.12 berikut.

Elevasi

Gambar 4.12

Kondisi muara Sungai Way Kuripan saat kondisi air surut



Gambar 4.13

Kondisi daerah muara Sungai Way Kuripan yang memungkinkan terjadi genangan banjir

Saat Kondisi elevasi muka air melebihi elevasi pasang surut maksimum harian maka diperkirakan sekitar daerah muara sungai Way Kuripan terjadi banjir. Perkiraan lokasi genangan banjir dapat dilihat pada Gambar 4.13 di atas.

Analisis Kapasitas Pengaliran Sungai Way Kuripan

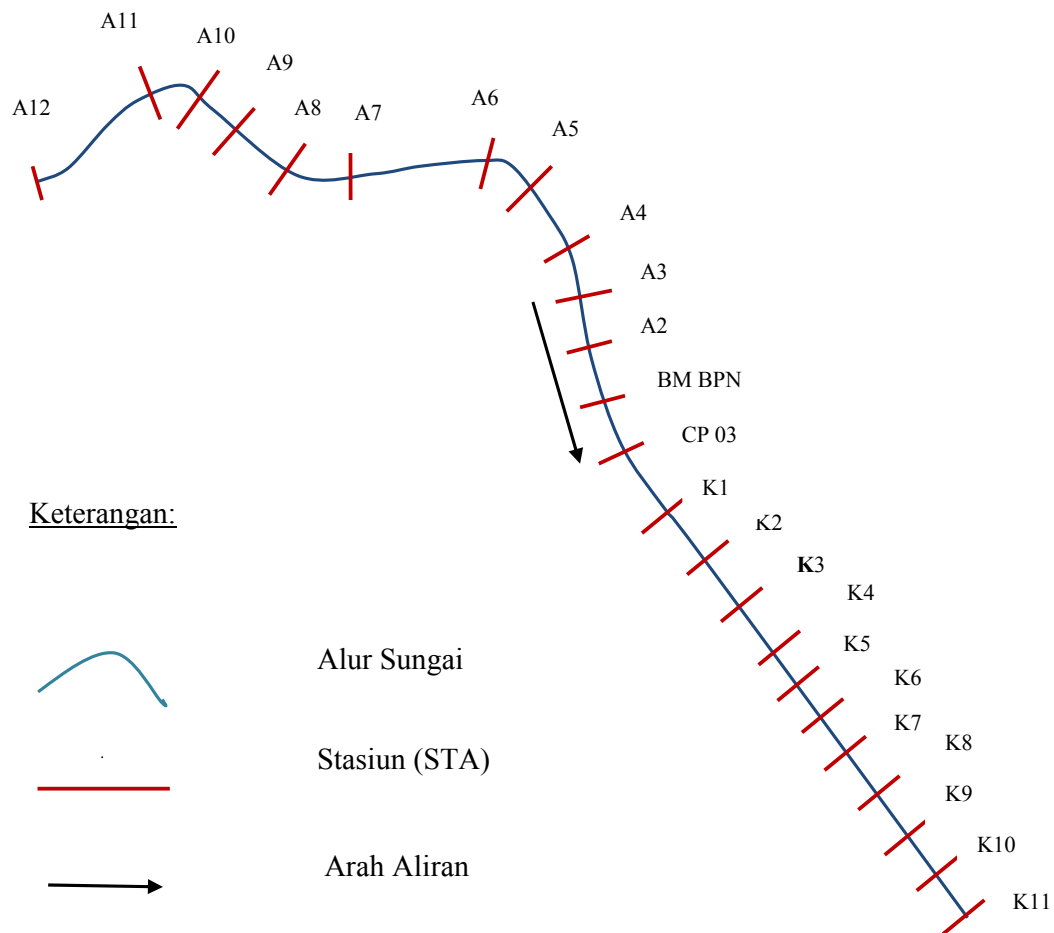
Analisis penampang Sungai Way Kuripan dilakukan untuk mengetahui kapasitas penampang saluran sungai saat terjadi debit banjir. Kapasitas saluran merupakan kemampuan saluran untuk menampung debit banjir yang terjadi, debit banjir ini sebagai hasil hitungan dari analisis hidrologi yang telah terkumpul. Secara garis besar kapasitas tampung saluran sungai Way Kuripan Kota Bandar Lampung masih mampu untuk menampung debit banjir yang terjadi, dari beberapa kasus yang terjadi karena saluran terjadi pendangkalan oleh lumpur atau sampah, kerusakan saluran maupun karena pada beberapa tempat di sepanjang bantaran sungai dimanfaatkan untuk keperluan sosial kemasyarakatan dan keperluan pribadi, dan penyebab lainnya yaitu posisi saluran pembuang dari sistem drainase pemukiman penduduk yang kurang baik.

Analisis kapasitas sungai dilakukan berdasarkan hasil informasi dan survei lapangan yang kemudian di analisis menggunakan program HEC-RAS 4.0. HEC-RAS adalah model matematik program komputer satu dimensi untuk mensimulasi tinggi muka air (TMA) dan kecepatan aliran rata-rata pada suatu alur sungai. Didalam model HEC-RAS, tinggi muka air (TMA) dihitung dari satu tampang lintang ke tampang lintang berikutnya berdasarkan penyelesaian persamaan energi dengan persamaan metode langkah standar. Untuk keperluan simulasi model maka data-data yang diperlukan antara lain adalah data tampang lintang sungai, data tampang memanjang sungai, koefisien kekasaran Manning, data debit sungai, skematisasi model, dan data kondisi batas.

Skematisasi Model pada Program HECRAS

Dalam melakukan pemasukan data ke dalam program dibuat dengan membuat

bentuk geometri serta skematisasi mendekati kondisi yang ada di lapangan. Skematisasi dilakukan berdasarkan data hasil topografi yang telah ada dengan panjang ruas adalah 1.600 meter dari muara ke arah hulu. Jumlah penampang sungai (*cross section*) dibuat sebanyak 24 titik. Penamaan titik penampang dimulai dari sta K.11 pada bagian hilir hingga ke arah hulu mencapai sta A.12. Hasil skematisasi dapat disajikan pada Gambar 4.14 berikut yang merupakan visualisasi program HECRAS, gambar tersebut menunjukkan geometri sungai dengan bantaran pada masing-masing penampang.



Gambar 4.14 Hasil skematisasi program yang menunjukkan geometri sungai
Skematisasi dilakukan untuk beberapa kondisi yaitu pada Gambar 4.14.

- (a) Sungai tanpa Pengerukan dan tanpa Jetty
- (b) Sungai tanpa pengerukan dan dilakukan pembuatan Jetty

- (c) Sungai dilakukan pengerukan dan tanpa pembuatan Jetty
- (d) Sungai dilakukan pengerukan dan pembuatan Jetty

Langkah Pemodelan dengan Program HECRAS 4.0.

Guna mengetahui tinggi muka air banjir di sungai berdasarkan debit input hasil hitungan hidrograf Gama I, diprediksikan dengan menggunakan software HEC- RAS.

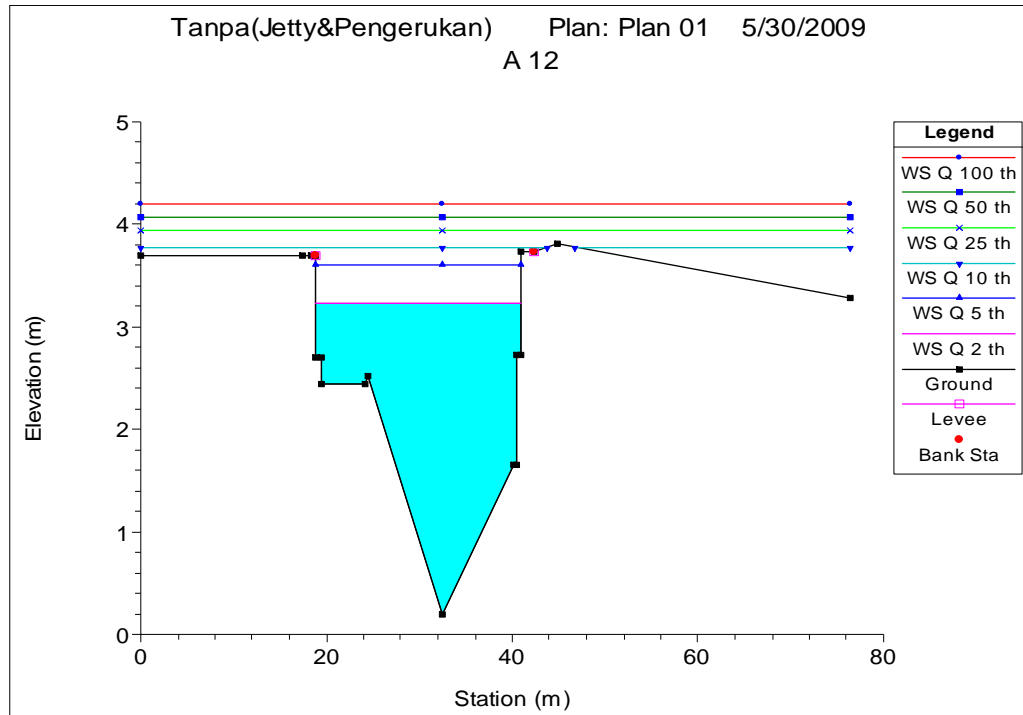
4. Simulasi dilakukan dengan data masukan (input) berupa:

- Data tampang lintang yang meliputi:
 - Koordinat lokal (x,y) dari titik-titik tampang lintang sungai, x merupakan jarak horizontal dan y merupakan jarak vertikal.
 - Koordinat lokal dari LOB (*Left Over Bank*) atau koordinat tanggul sebelah kiri saluran sungai.
 - Koordinat lokal dari ROB (*Right Over Bank*) atau koordinat tanggul sebelah kanan saluran sungai.
- Data pasang surut.
- Koefisien kekasaran Manning saluran.
- Data Hidrograf banjir Gama I untuk berbagai kala ulang.

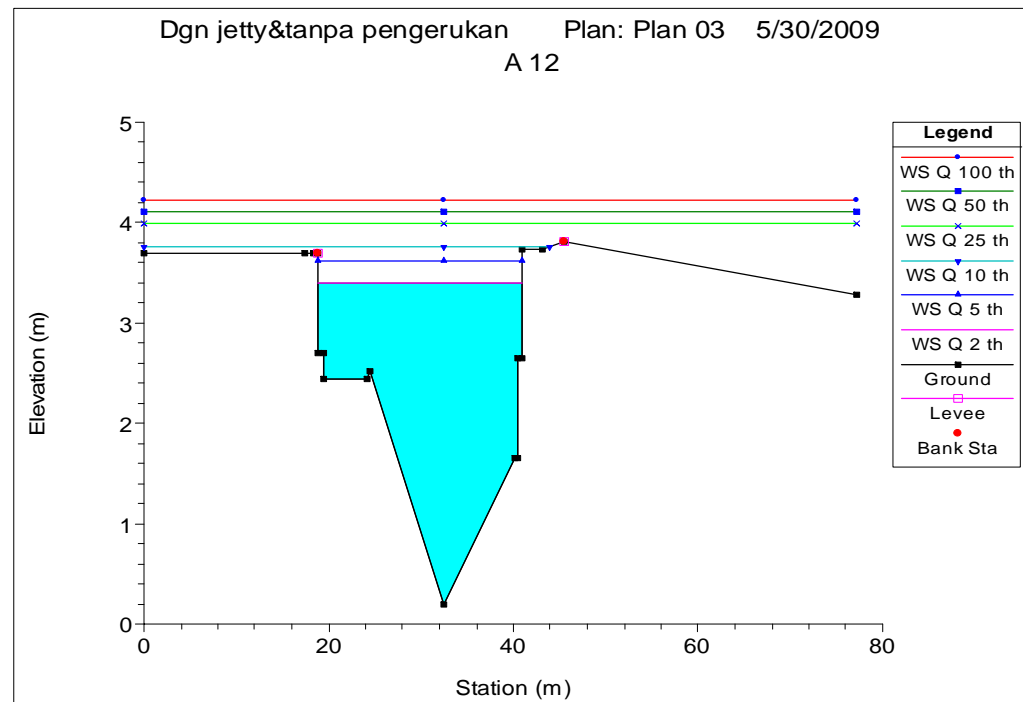
Analisis Tinggi Muka Air untuk Tiap Kala Ulang

Analisis tinggi muka air dilakukan dengan melihat hasil program HECRAS pada tiap kala ulang aliran yang dilihat pada beberapa penampang (*cross section*). Hasil tersebut akan diuraikan pada bagian berikut.

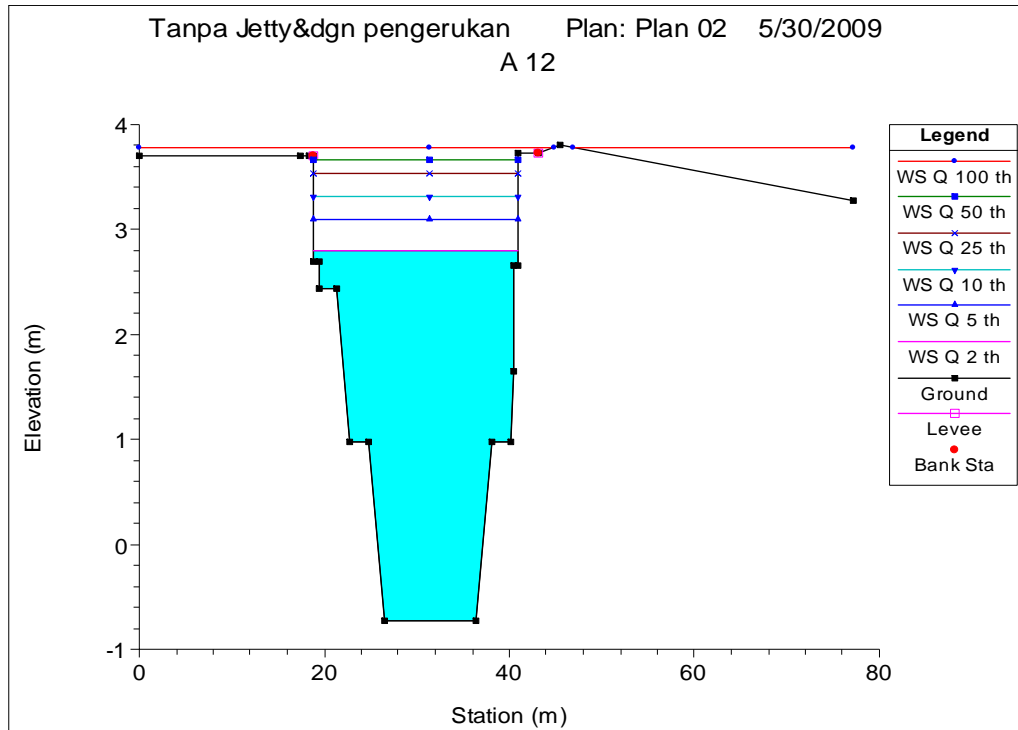
A. Penampang sta. A 12 (Pada Hulu Sungai)



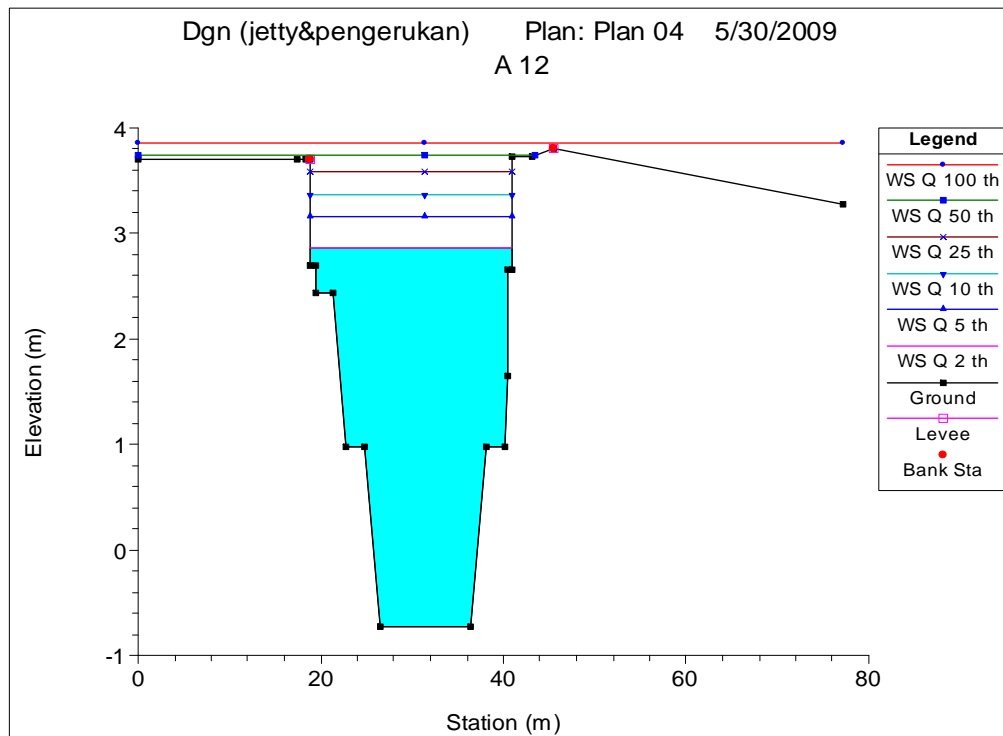
Gambar 4.15 Sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan Sta. A 12



Gambar 4.16 Sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan Sta. A 12



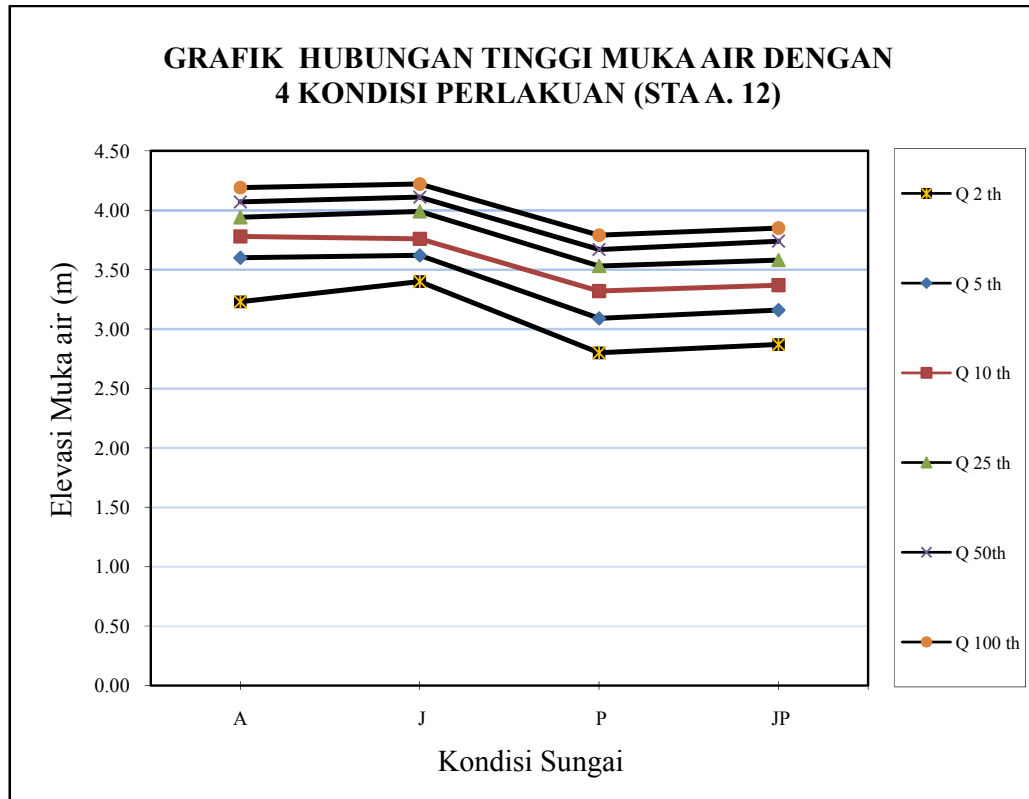
Gambar 4.17 Sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty Sta. A 12



Gambar 4.18 Sungai dengan Jetty dan pengerukan Sta. A 12

Penampang sta. A 12 adalah titik penampang yang merupakan bagian paling hulu pada ruas yang menjadi tinjauan. Dari hasil program diperoleh bahwa muka air

akan berubah menjadi besar saat peningkatan kala ulang, yang ditunjukkan dengan perbedaan warna. Pada saat perubahan perlakuan pada bagian muara dan penampang sungai maka muka akan akan berubah dengan nilai yang bervariasi, hasil tersebut dapat disajikan pada Gambar 4.19 Tabel 4.25 berikut.



Gambar 0.19 Grafik hubungan tinggi muka air dengan 4 kondisi perlakuan (Sta A 12)

Keterangan :

- A : Tanpa jetty dan tanpa pengerukan
- J : Dengan jetty dan tanpa pengerukan
- P : Dengan pengerukan dan tanpa jetty
- JP : Dengan jetty dan pengerukan

Tabel 4.25
Elevasi muka air pada sta. A 12

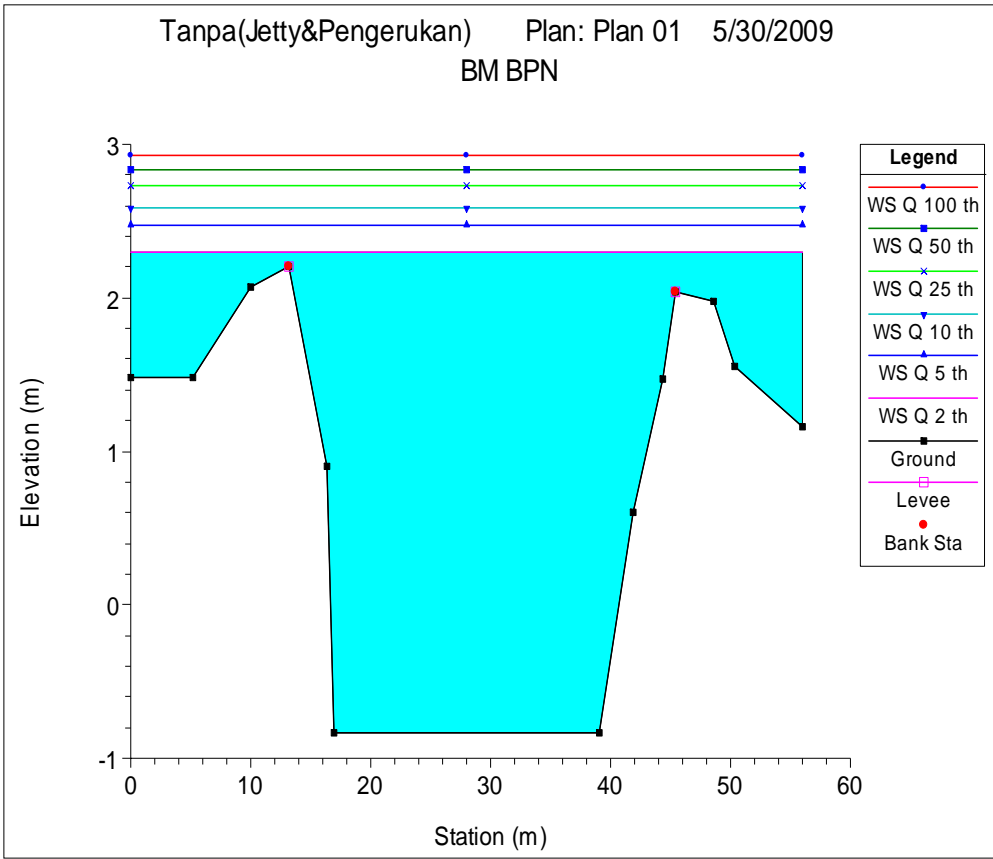
Kala Ulang	Debit (m ³ /det)	Elevasi Muka Air (m)				Elevasi Tanggul (m)								Keterangan							
						A		J		P		JP		A		J		P		JP	
		A	J	P	JP	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
Q2th	60.999	3.23	3.40	2.80	2.87	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap
Q5th	75.132	3.60	3.62	3.09	3.16	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap
Q10th	84.916	3.78	3.76	3.32	3.37	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap
Q25th	97.290	3.94	3.99	3.53	3.58	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap
Q50th	106.411	4.07	4.11	3.67	3.74	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Meluap
Q100th	115.323	4.19	4.22	3.79	3.85	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	3.73	3.70	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap

Keterangan :

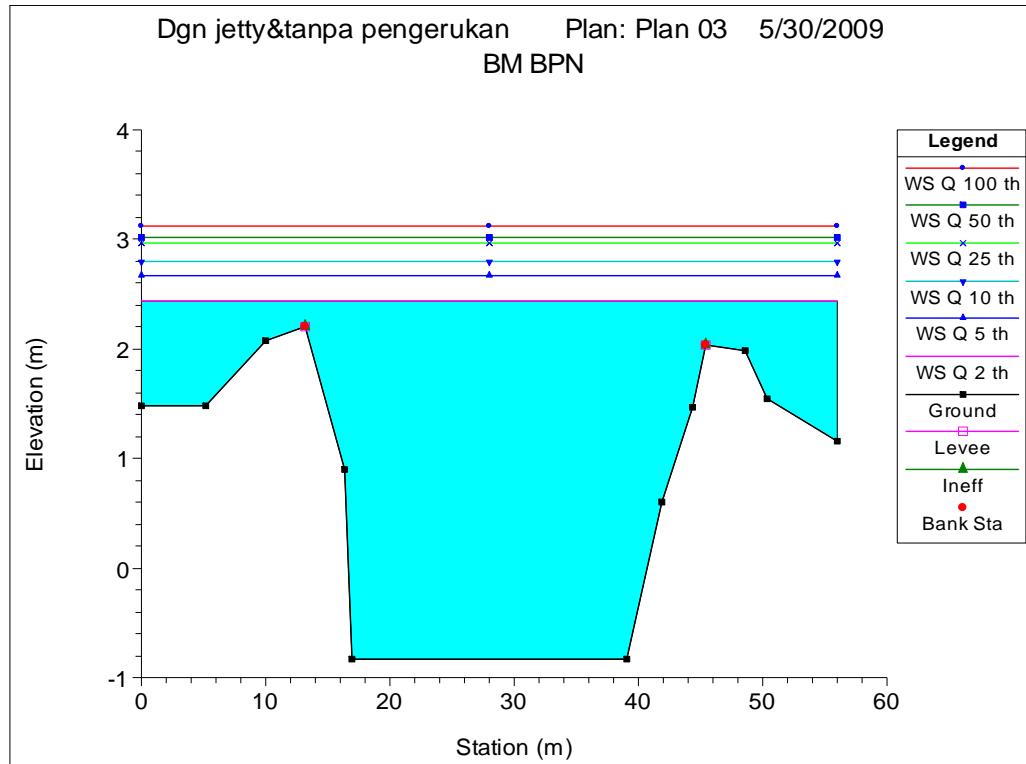
- A : Tanpa jetty dan tanpa pengerukan
- J : Dengan jetty dan tanpa pengerukan
- P : Dengan pengerukan dan tanpa jetty
- JP : Dengan jetty dan pengerukan

Dari Tabel 4.25 diatas, terlihat bahwa pembangunan Jetty tidak menurunkan tinggi muka air sungai, pengerukan sungai sangat besar pengaruhnya dalam menurunkan muka air sungai.

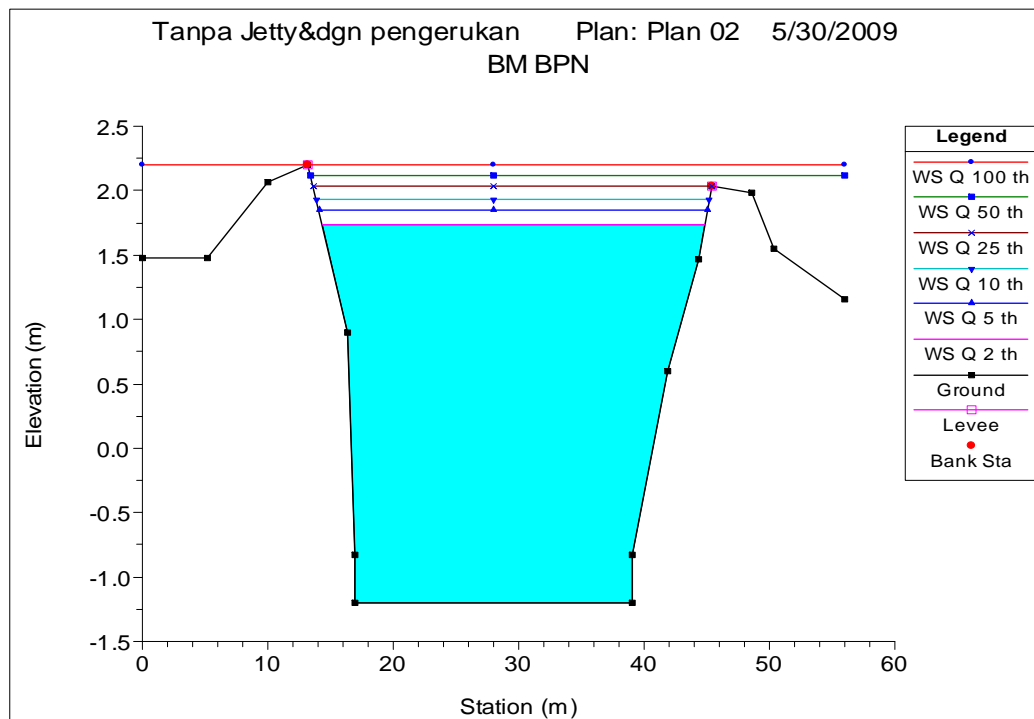
B. Penampang sta. BM BPN (Pada Bagian Tengah Sungai)



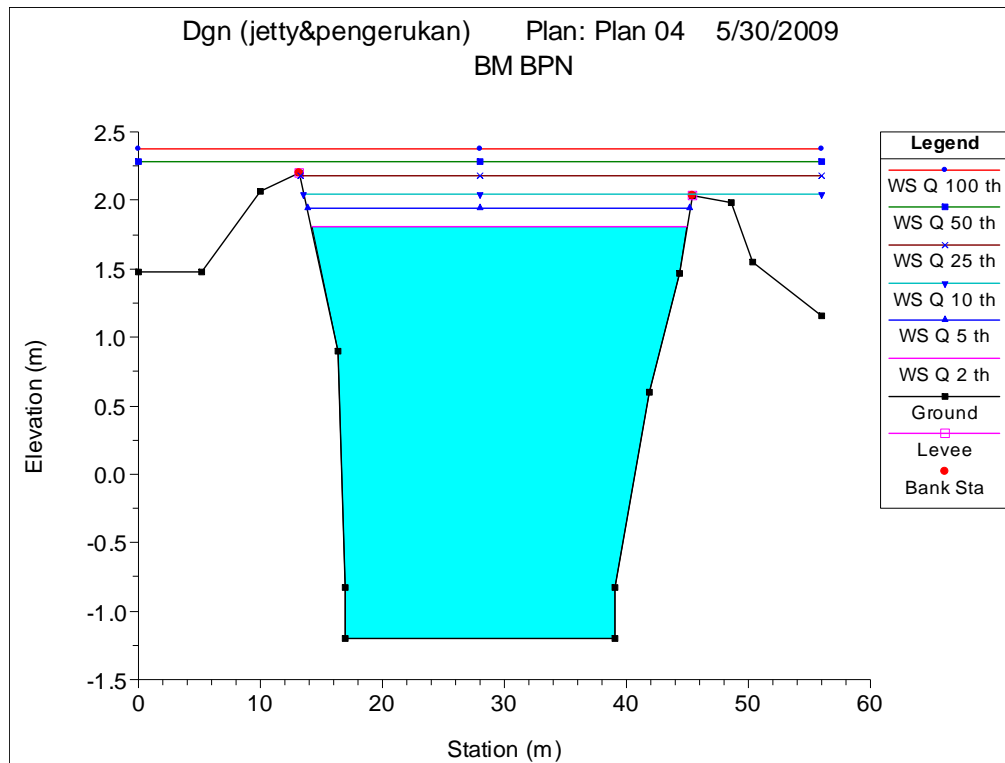
Gambar 4.20 Sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan Sta. BM BPN



Gambar 4.21 Sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan Sta. BM BPN

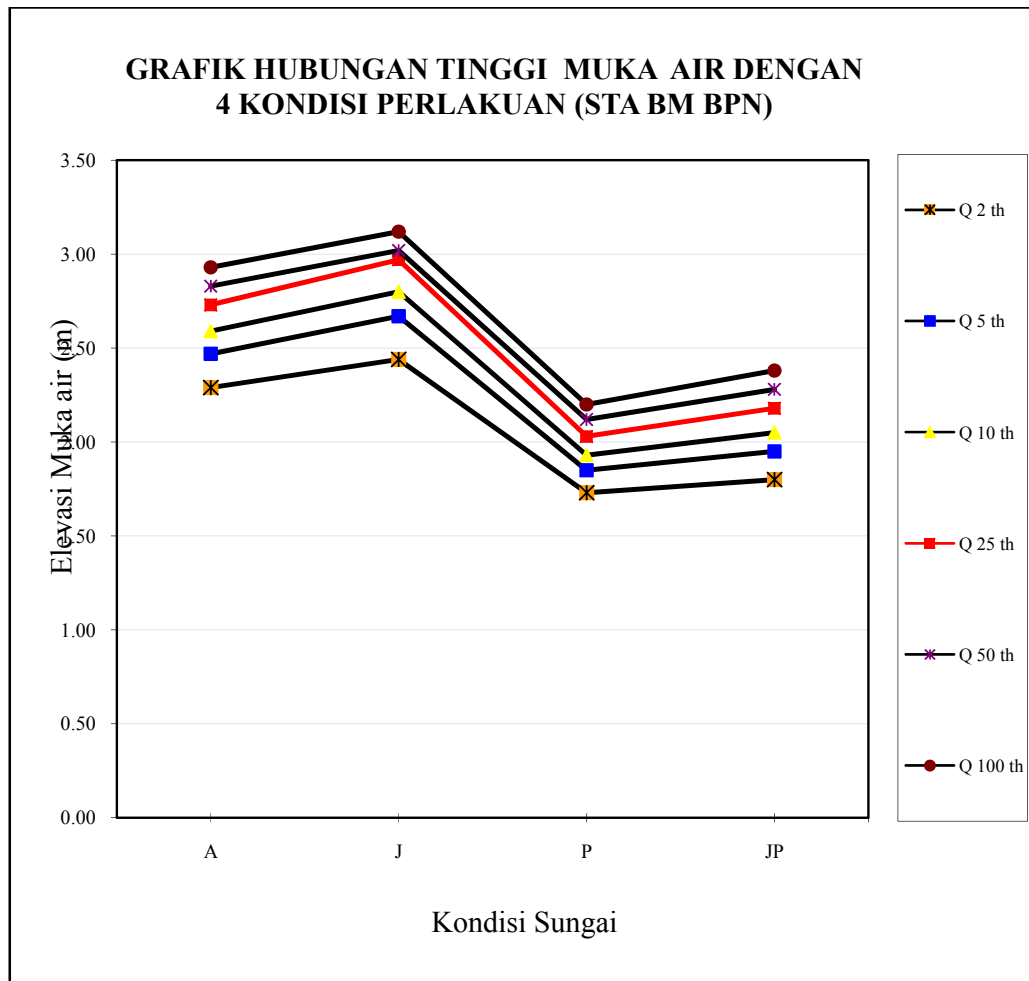


Gambar 4.22 Sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty Sta.BM BPN



Gambar 4.23 Sungai dengan Jetty dan pengerukan Sta. BM BPN

Penampang sta. BM BPN adalah titik penampang yang merupakan bagian tengah pada ruas yang menjadi tinjauan. Dari hasil program diperoleh bahwa muka air akan berubah menjadi besar saat peningkatan kala ulang, yang ditunjukkan dengan perbedaan warna. Pada saat perubahan perlakuan pada bagian muara dan penampang sungai, maka muka akan akan berubah dengan nilai yang bervariasi, hasil tersebut dapat disajikan pada Gambar 4.24 dan Tabel 2.26 berikut.



Gambar 0.24 Grafik hubungan tinggi muka air dengan 4 Kondisi Perlakuan (Sta BM BPN)

Keterangan :

- A : Tanpa jetty dan tanpa pengerukan
- J : Dengan jetty dan tanpa pengerukan
- P : Dengan pengerukan dan tanpa jetty
- JP : Dengan jetty dan pengerukan

Tabel 4.26
Elevasi muka air pada sta. BM BPN

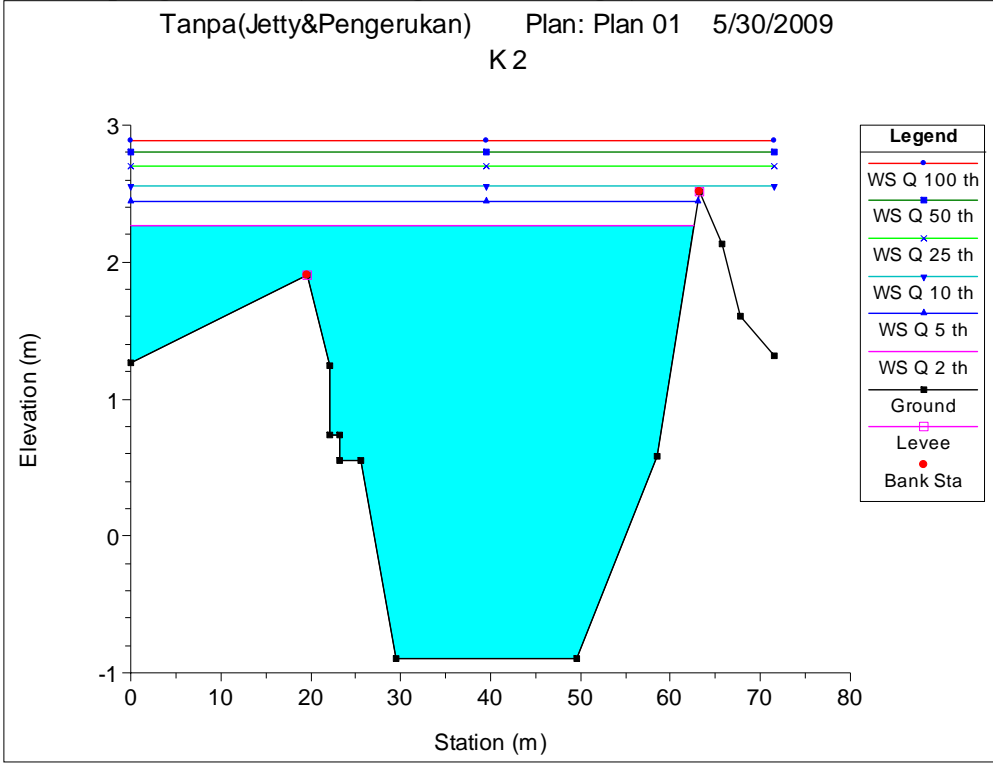
Kala Ulang	Debit (m ³ /det)	Elevasi Muka Air (m)				Elevasi Tanggul (m)								Keterangan							
						A		J		P		JP		A		J		P		JP	
		A	J	P	JP	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
Q2th	60.999	2.29	2.44	1.73	1.80	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap
Q5th	75.132	2.47	2.67	1.85	1.95	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap
Q10th	84.916	2.59	2.80	1.93	2.05	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Tidak Meluap
Q25th	97.290	2.73	2.97	2.03	2.18	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Tidak Meluap
Q50th	106.411	2.83	3.02	2.12	2.28	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Meluap
Q100th	115.323	2.93	3.12	2.20	2.38	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	2.04	2.20	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Meluap

Keterangan :

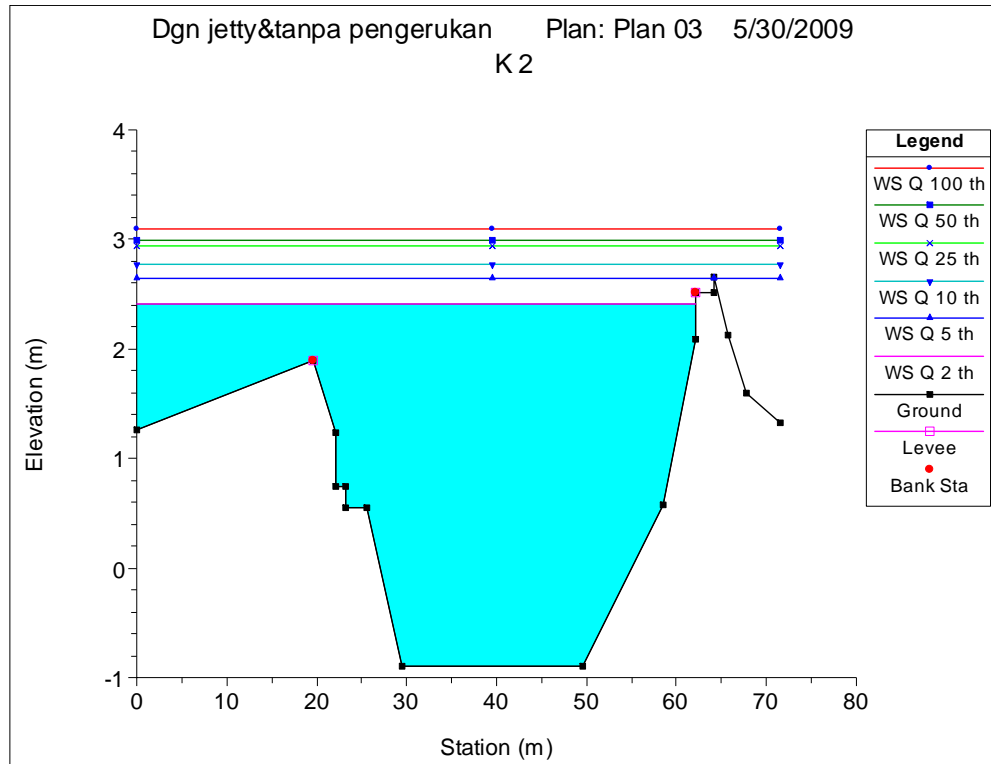
- A : Tanpa jetty dan tanpa pengerukan
- J : Dengan jetty dan tanpa pengerukan
- P : Dengan pengerukan dan tanpa jetty
- JP : Dengan jetty dan pengerukan

Dari Tabel 4.26 diatas, terlihat bahwa pembangunan Jetty tidak menurunkan tinggi muka air sungai, pengerukan sungai sangat besar pengaruhnya dalam menurunkan muka air sungai.

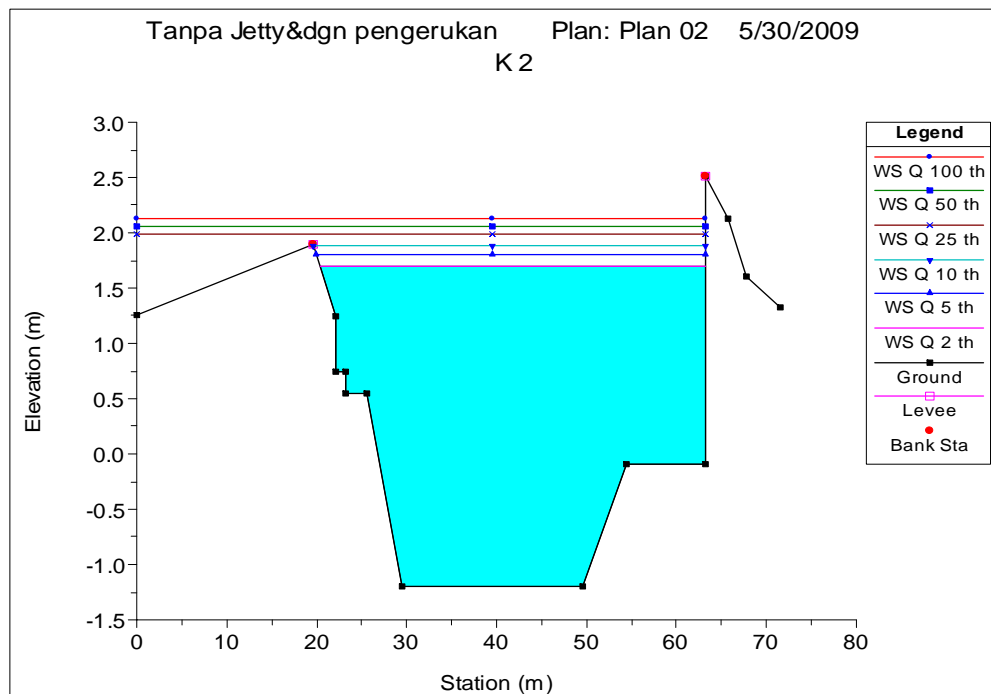
C. Penampang sta. K 2 (Pada Bagian Hilir Sungai)



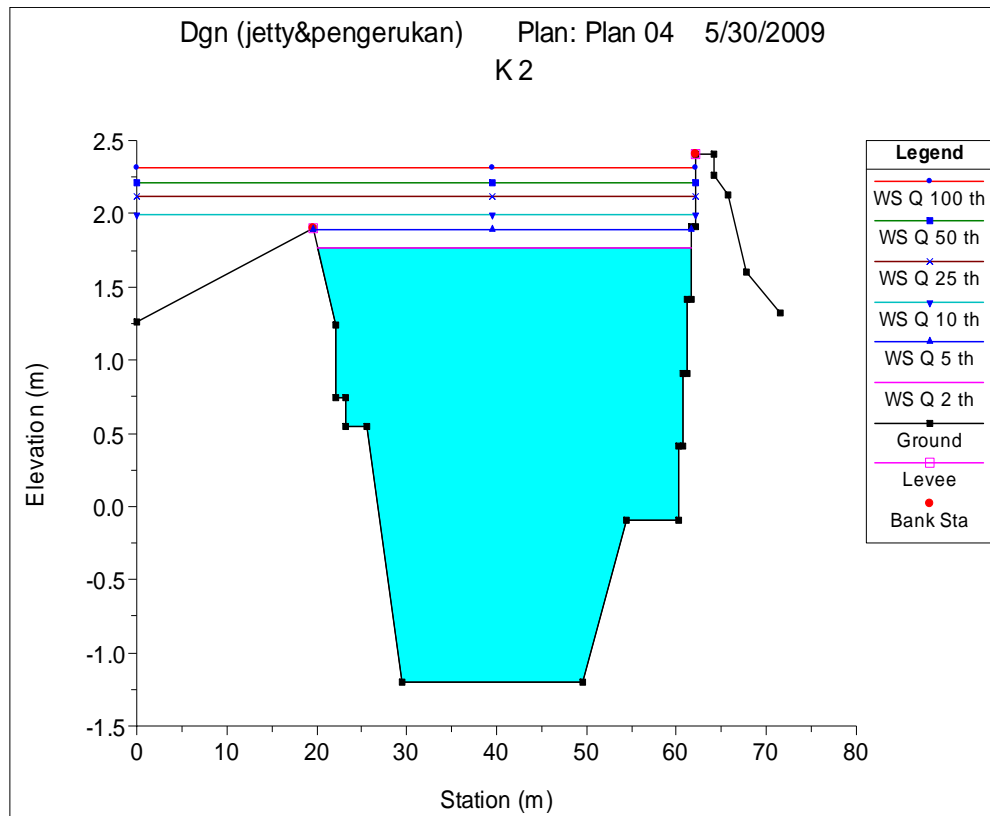
Gambar 4.25 Sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan Sta.K 2



Gambar 4.26 Sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan Sta. K 2

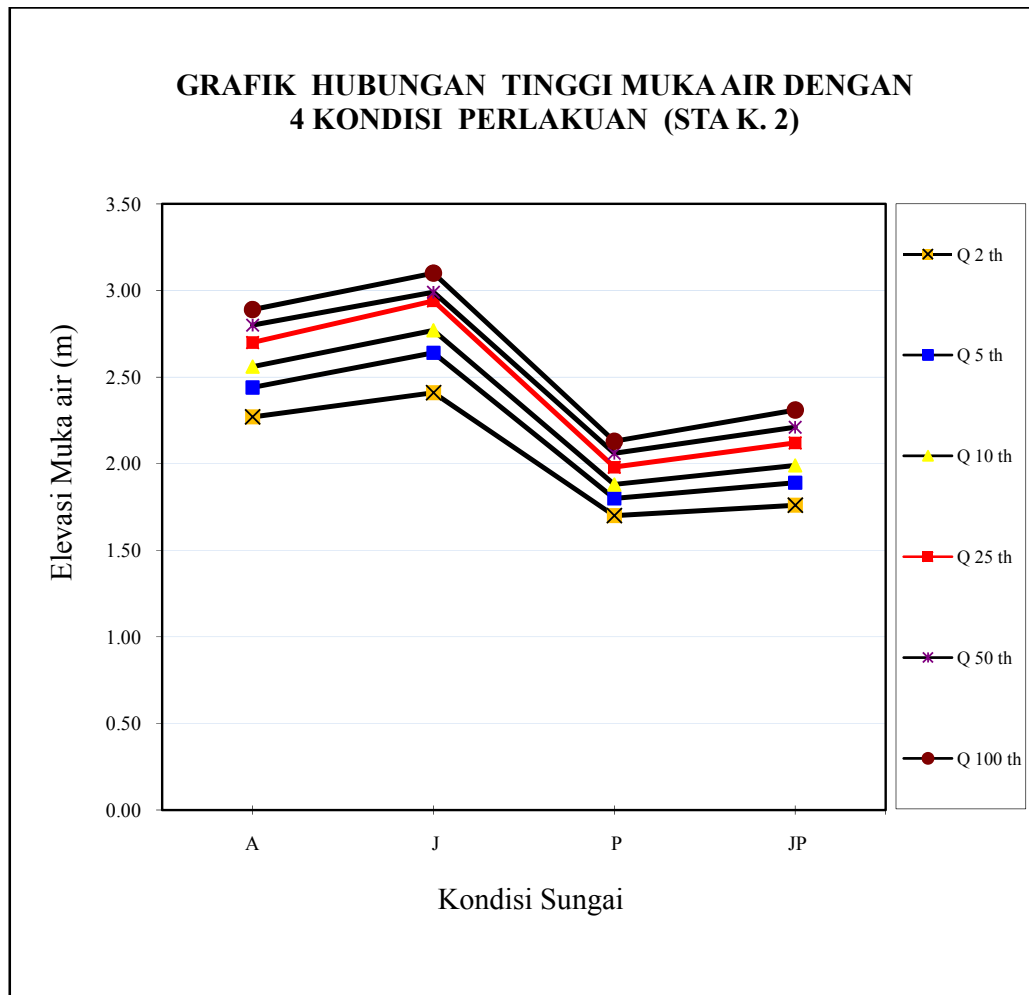


Gambar 4.27 Sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty Sta.K 2



Gambar 4.28 Sungai dengan Jetty dan pengerukan Sta. K 2

Penampang sta. K 2 adalah titik penampang yang merupakan bagian hilir pada ruas yang menjadi tinjauan. Dari hasil program diperoleh bahwa muka air akan berubah menjadi besar saat peningkatan kala ulang, yang ditunjukkan dengan perbedaan warna. Pada saat perubahan perlakuan pada bagian muara dan penampang sungai maka muka akan akan berubah dengan nilai yang bervariasi, hasil tersebut dapat disajikan pada Gambar 4.29 dan Tabel 4.27 berikut.



Gambar 0.29 Grafik hubungan tinggi muka air dengan 4 kondisi perlakuan (Sta K 2)

Keterangan :

- A : Tanpa jetty dan tanpa pengerukan
- J : Dengan jetty dan tanpa pengerukan
- P : Dengan pengerukan dan tanpa jetty
- JP : Dengan jetty dan pengerukan

Tabel 4.27
Elevasi muka air pada sta. K 2

Kala Ulang	Debit (m ³ /det)	Elevasi Muka Air (m)				Elevasi Tanggul (m)								Keterangan							
						A		J		P		JP		A		J		P		JP	
		A	J	P	JP	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
Q2th	60.999	2.27	2.41	1.70	1.76	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	Tidak Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap
Q5th	75.132	2.44	2.64	1.80	1.89	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	Tidak Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap
Q10th	84.916	2.56	2.77	1.88	1.99	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Tidak Meluap	Meluap
Q25th	97.290	2.70	2.94	1.98	2.12	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap
Q50th	106.411	2.80	2.99	2.06	2.21	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap
Q100th	115.323	2.89	3.10	2.13	2.31	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	2.51	1.90	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap	Tidak Meluap	Meluap

Keterangan :

- A : Tanpa jetty dan tanpa pengerukan
- J : Dengan jetty dan tanpa pengerukan
- P : Dengan pengerukan dan tanpa jetty
- JP : Dengan jetty dan pengerukan

Tabel 4.28
Punurunan muka air untuk beberapa kondisi

A 12													
Kala Ulang	Debit (m³/det)	Elevasi Muka Air (m)				Penurunan Elevasi Muka Air							
						A		J		P		JP	
		A	J	P	JP	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)
Q2th	55.51	3.23	3.40	2.80	2.87	0.00	0.00	0.17	5.26	-0.43	-13.31	-0.36	-11.15
Q5th	75.71	3.60	3.62	3.09	3.16	0.00	0.00	0.02	0.56	-0.51	-14.17	-0.44	-12.22
Q10th	77.00	3.78	3.76	3.32	3.37	0.00	0.00	-0.02	-0.53	-0.46	-12.17	-0.41	-10.85
Q25th	88.12	3.94	3.99	3.53	3.58	0.00	0.00	0.05	1.27	-0.41	-10.41	-0.36	-9.14
Q50th	96.32	4.07	4.11	3.67	3.74	0.00	0.00	0.04	0.98	-0.4	-9.83	-0.33	-8.11
Q100th	100.33	4.19	4.22	3.79	3.85	0.00	0.00	0.03	0.72	-0.4	-9.55	-0.34	-8.11
Rata-rata penurunan muka air						0.00	0.00	0.05	1.38	-0.435	-11.57	-0.37	-9.929
BM BPN													
Kala Ulang	Debit (m³/det)	Elevasi Muka Air (m)				Penurunan Elevasi Muka Air							
						A		J		P		JP	
		A	J	P	JP	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)
Q2th	55.51	2.29	2.44	1.73	1.80	0.00	0.00	0.15	6.55	-0.56	-24.45	-0.49	-21.40
Q5th	75.71	2.47	2.67	1.85	1.95	0.00	0.00	0.20	8.10	-0.62	-25.10	-0.52	-21.05
Q10th	77.00	2.59	2.80	1.93	2.05	0.00	0.00	0.21	8.11	-0.66	-25.48	-0.54	-20.85
Q25th	88.12	2.73	2.97	2.03	2.18	0.00	0.00	0.24	8.79	-0.7	-25.64	-0.55	-20.15
Q50th	96.32	2.83	3.02	2.12	2.28	0.00	0.00	0.19	6.71	-0.71	-25.09	-0.55	-19.43
Q100th	100.33	2.93	3.12	2.20	2.38	0.00	0.00	0.19	6.48	-0.73	-24.91	-0.55	-18.77
Rata-rata penurunan muka air						0.00	0.00	0.20	7.46	-0.663	-25.11	-0.53	-20.28
K 2													
Kala Ulang	Debit (m³/det)	Elevasi Muka Air (m)				Penurunan Elevasi Muka Air							
						A		J		P		JP	
		A	J	P	JP	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)	(m)	(%)
Q2th	55.51	2.27	2.41	1.70	1.76	0.00	0.00	0.14	6.17	-0.57	-25.11	-0.51	-22.47
Q5th	75.71	2.44	2.64	1.80	1.89	0.00	0.00	0.20	8.20	-0.64	-26.23	-0.55	-22.54
Q10th	77.00	2.56	2.77	1.88	1.99	0.00	0.00	0.21	8.20	-0.68	-26.56	-0.57	-22.27
Q25th	88.12	2.70	2.94	1.98	2.12	0.00	0.00	0.24	8.89	-0.72	-26.67	-0.58	-21.48
Q50th	96.32	2.80	2.99	2.06	2.21	0.00	0.00	0.19	6.79	-0.74	-26.43	-0.59	-21.07
Q100th	100.33	2.89	3.10	2.13	2.31	0.00	0.00	0.21	7.27	-0.76	-26.30	-0.58	-20.07
Rata-rata penurunan muka air						0.00	0.00	0.20	7.58	-0.685	-26.22	-0.56	-21.65
Rata-rata penurunan muka air keseluruhan								5.47		-20.97		-17.28	

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan:

- A : Sungai tanpa Pengerukan dan tanpa Jetty
J : Sungai tanpa pengerukan dan dilakukan pembuatan Jetty
P : Sungai dilakukan pengerukan dan tanpa pembuatan Jetty
JP : Sungai dilakukan pengerukan dan pembuatan Jetty

Dari Tabel 4.28 diatas, terlihat bahwa pembangunan Jetty tidak signifikan menurunkan tinggi muka air sungai, pengerukan sungai dan pembangunan jetty sangat besar pengaruhnya dalam menurunkan muka air sebesar 17.28 % dari kondisi awal.

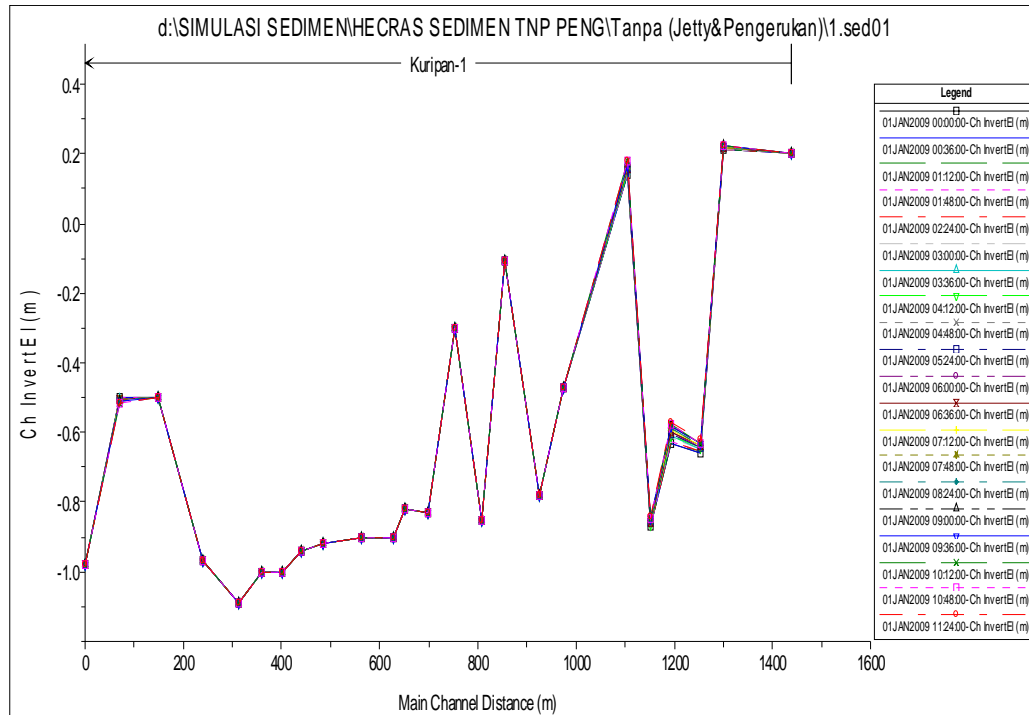
Dengan hasil analisis program HECRAS dapat disajikan gambar prespektif kapasitas ruas sungai dengan beberapa kala ulang aliran seperti hasil gambar pada lampiran. Berdasarkan gambar tersebut bahwa luapan aliran saat kondisi debit maksimum perlakuan sungai dilakukan pembuatan jetty dan pengerukan muara sungai akan mengalirkan air dengan lancar dan tanpa menimbulkan luapan yang besar.

Analisis Kapasitas Pengangkutan Sedimen yang ada di Sungai

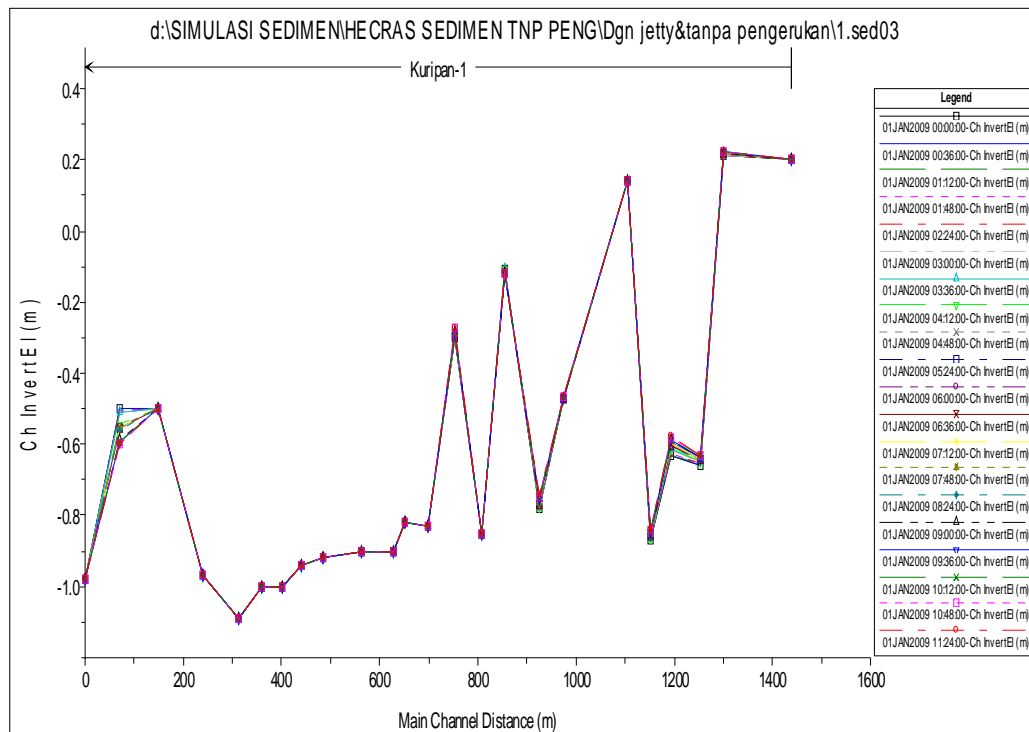
Dengan program HEC-RAS dapat disajikan bahwa setelah memasukkan gradasi butiran sedimen kedalam program maka dapat diperbandingkan kondisi pengangkutan sedimen untuk beberapa kondisi perlakuan sungai sebagai berikut:

- (a) Sungai tanpa Pengerukan dan tanpa Jetty
- (b) Sungai tanpa pengerukan dan dilakukan pembuatan Jetty
- (c) Sungai dilakukan pengerukan dan tanpa pembuatan Jetty
- (d) Sungai dilakukan pengerukan dan pembuatan Jetty

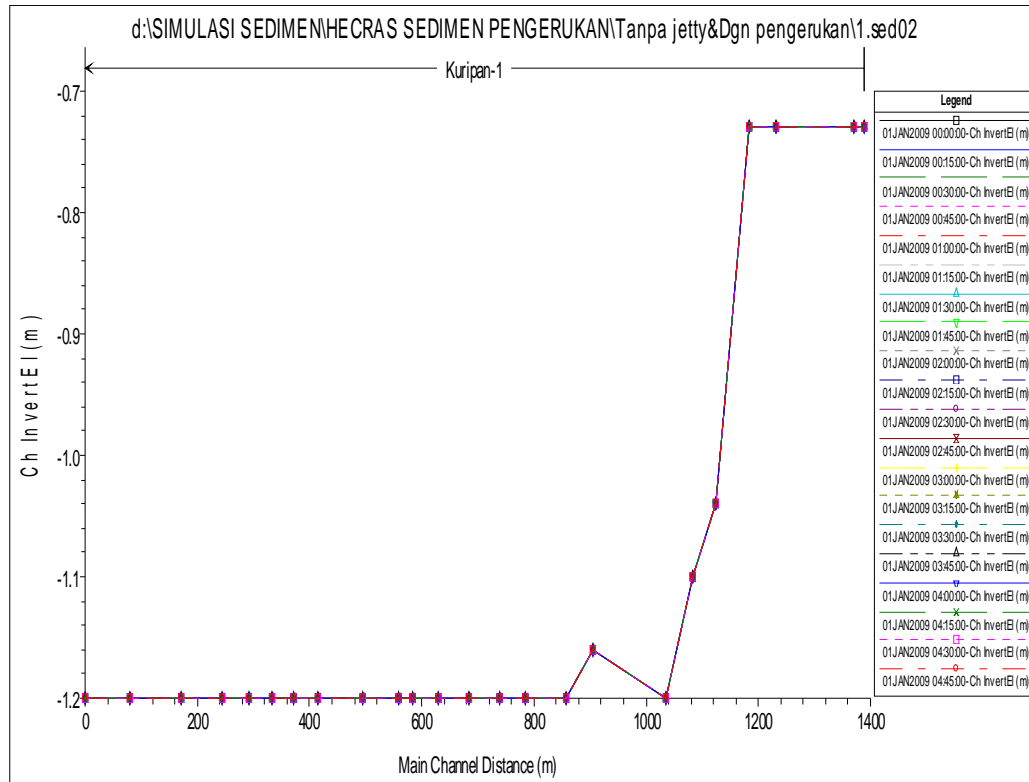
Dari perlakuan di atas dapat diperbandingkan perubahan elevasi dasar saluran dan perubahan pengangkutan sedimen sepanjang ruas sungai yang ditinjau. Hasil perlakuan di atas disajikan seperti gambar berikut



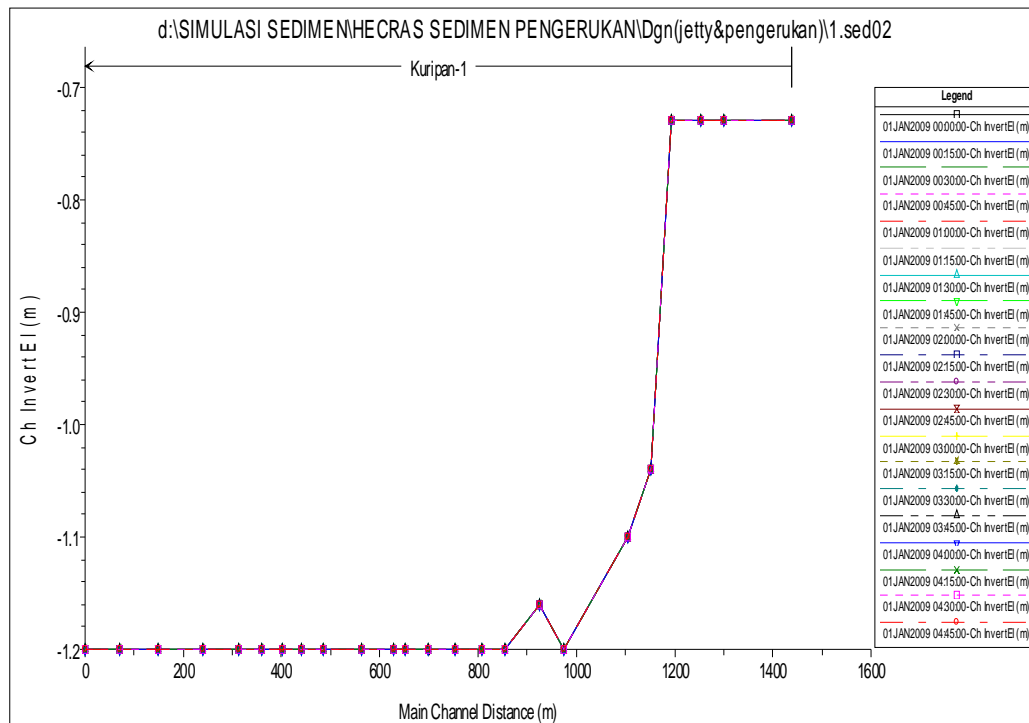
Gambar 0.30 Kondisi dasar saluran tanpa Jetty dan tanpa pengerukan



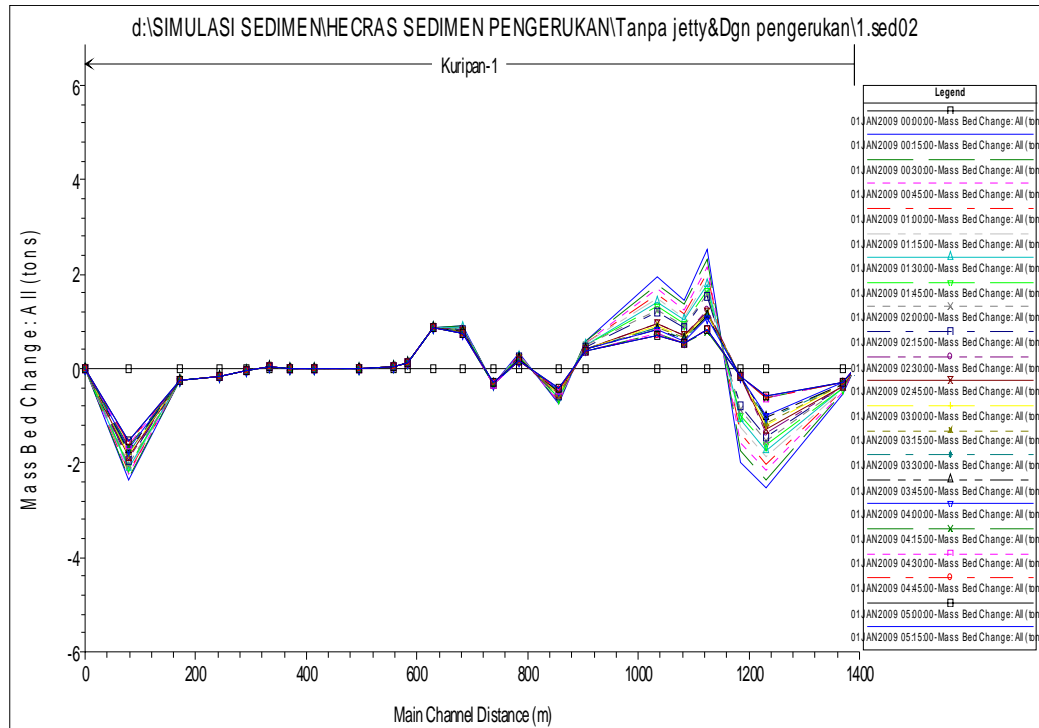
Gambar 0.31 Kondisi dasar saluran dengan jetty dan tanpa pengerukan



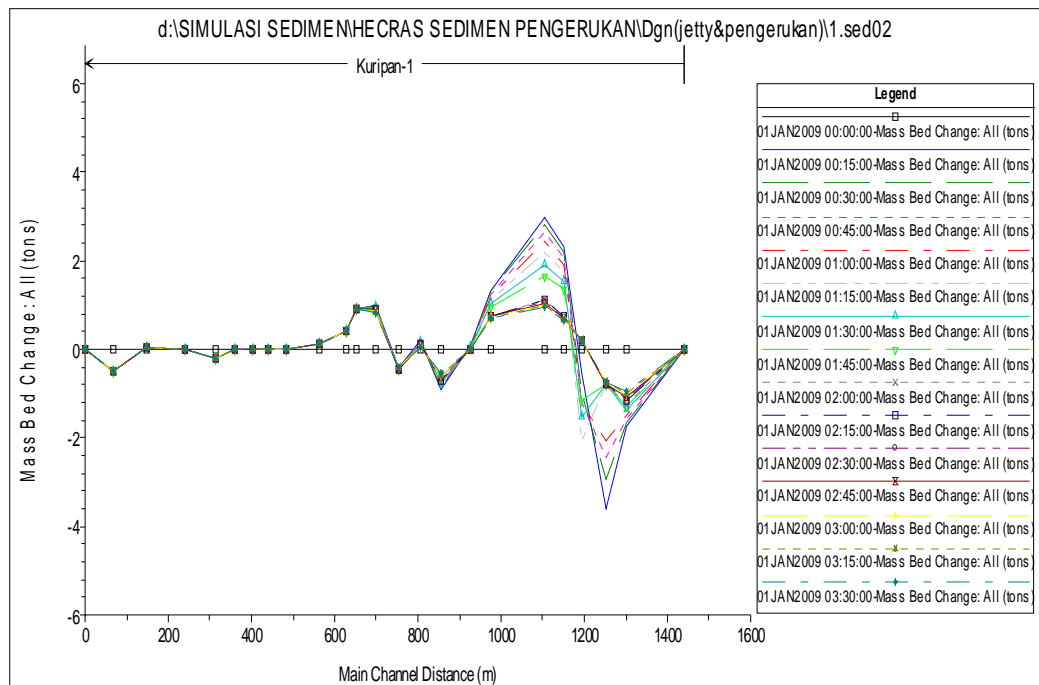
Gambar 0.32 Kondisi dasar saluran tanpa Jetty dan dengan pengerukan



Gambar 0.33 Kondisi dasar saluran dengan Jetty dan dengan pengerukan



Gambar 0.34 Perubahan pengangkutan tanpa Jetty dan dengan pengerukan



Gambar 0.35 Perubahan pengangkutan dengan Jetty dan dengan pengerukan

Berdasarkan gambar diatas, kondisi dasar saluran untuk beberapa perlakuan, didapat hasil pada bagian hilir muara kondisi dasar sungai tanpa perlakuan sedimen

tidak tergelontor. Pada perlakuan pembuatan Jetty bagian hilir muara terjadi sedikit perubahan dasar sungai, sedimen tergelontor ke laut.

Perubahan pengangkutan sedimen dengan perlakuan pengerukan dibandingkan dengan perlakuan pengerukan dan pembuatan Jetty sangat berbeda, kondisi perlakuan dibuat Jetty dan pengerukan pada ujung muara perubahan pengangkutan sangat kecil dibanding perubahan pengangkutan dengan pengerukan.

Perlakuan dengan pengerukan tanpa dibuat Jetty, dasar sungai relatif tetap. Perlakuan dengan pengerukan dan pembuatan Jetty dasar sungai relatif tetap, kapasitas penggelontoran sedimen pada mulut muara lebih besar dibanding tidak dibuat Jetty.

Analisis Kondisi Pantai Sekitar Muara

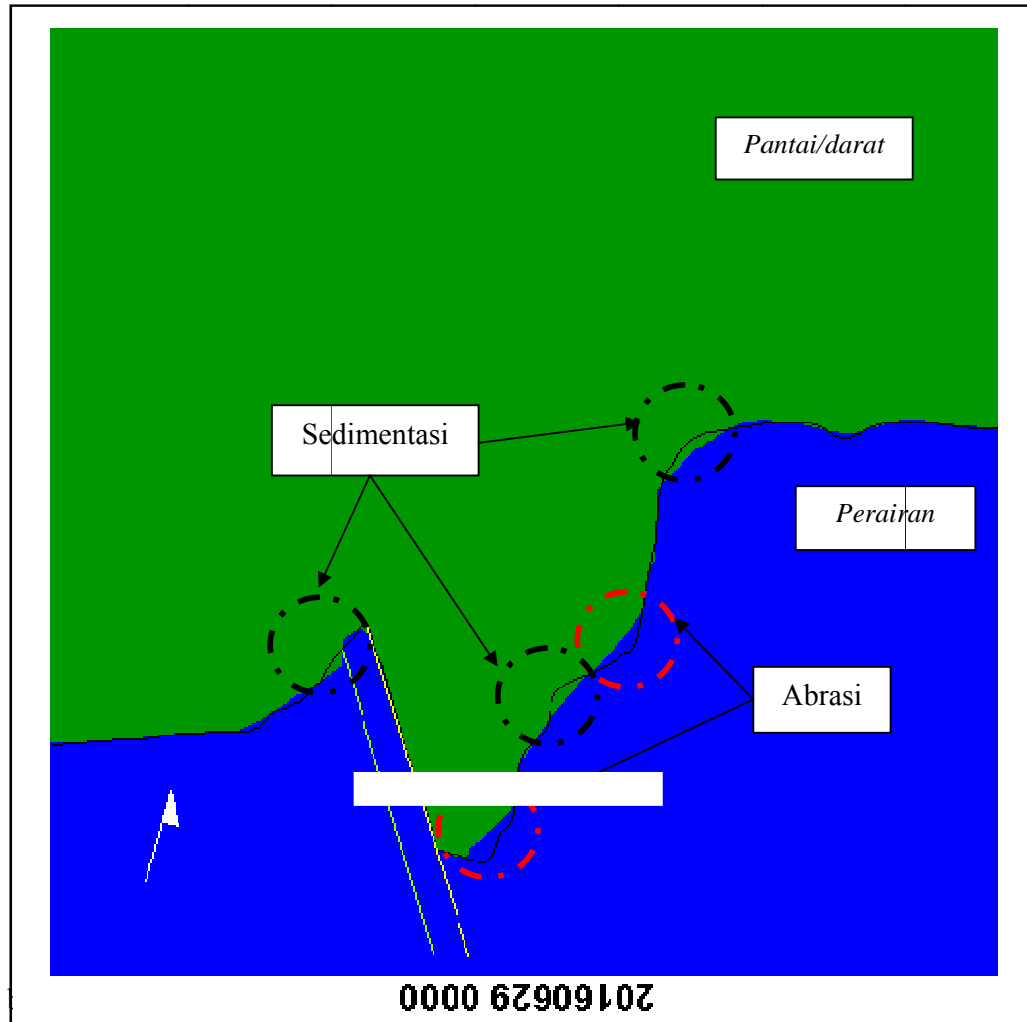
Analisis dilakukan untuk mengetahui perubahan garis pantai dan sebaran pergerakan sedimen di sekitar muara akibat pembangunan jetty.

Pembangunan jetty muara Way Kuripan akan menyebabkan adanya perubahan garis pantai. Dengan adanya bangunan yang menjorok ke laut, pantai sekitar muara akan mengalami perubahan, hal ini dapat dijelaskan bahwa sedimen akan bergerak dari sumbernya kemudian tertahan pada bagian hulu bangunan arah pergerakan sedimen, sehingga pada bagian ini mengalami pengendapan. Adanya sedimen yang tertahan tadi menyebabkan suplai ke arah hilir berkurang sehingga lokasi tersebut mengalami erosi.

Perubahan Garis Pantai

Berdasarkan hasil pemodelan perubahan garis pantai Sekitar Muara Way Kuripan, Bandar Lampung dapat disajikan pada Gambar 4.36. Keterangan garis pantai warna hitam adalah daerah garis pantai awal, sedangkan warna hijau adalah garis pantai setelah mengalami abrasi dan sedimentasi. Kondisi angin terbanyak dari arah tenggara. Dengan penanganan jetty sepanjang 800 meter ke arah laut di daerah mulut sungai. Kondisi Jetty eksisting dapat menangkap laju transport sedimen pada sebelah barat dan sebelah barat timur lokasi studi, tetapi pada bagian depan ujung jetty, serta pertengahan pantai lokasi studi masih terjadi abrasi. Pemodelan perubahan garis pantai tersebut dilakukan untuk durasi 10 tahun. Dari hasil model perubahan garis pantai,

apabila dilihat dari arah pergerakan transport sedimen tampak bahwa hasil model perubahan garis pantai menunjukkan arah transport sedimen ke arah timur.



menangkap sedimen sehingga terjadi pengendapan. Sedang bagian hilir (sebelah kiri) bangunan jetty pantai mengalami erosi/abrasi.

Pada bagian kanan bangunan jetty garis pantai akan maju dari kondisi awal. Garis pantai yang maju ini dapat dimanfaatkan sebagai lahan reklamasi sehingga dapat dijadikan lahan terbuka dan pengembangan rekreasi pantai.

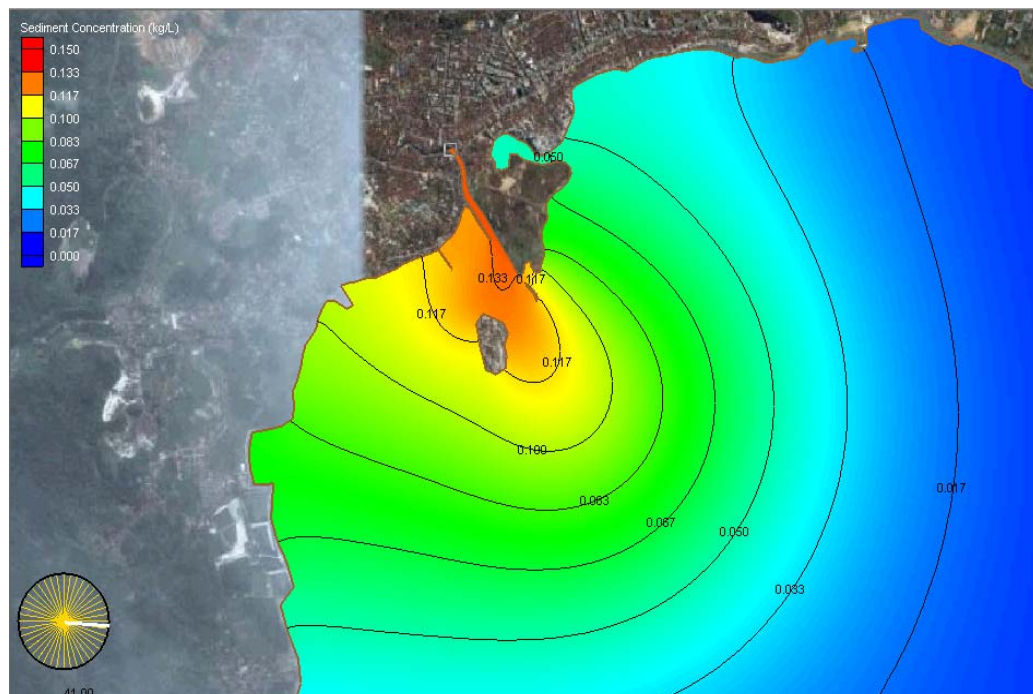
Pada bagian kiri pantai terjadi abrasi dengan adanya bangunan jetty karena berkurangnya suplai sedimen dari arah barat. Untuk itu perlu adanya bangunan pengaman pantai seperti groin dan revetmen. Elevasi lahan sebelah kiri bangunan jetty yang merupakan lahan reklamasi yang sudah ada perlu ditinggikan untuk mengatasi pasang surut dan gelombang laut

Analisis Sebaran Suspended Sedimen Sekitar Muara Sungai

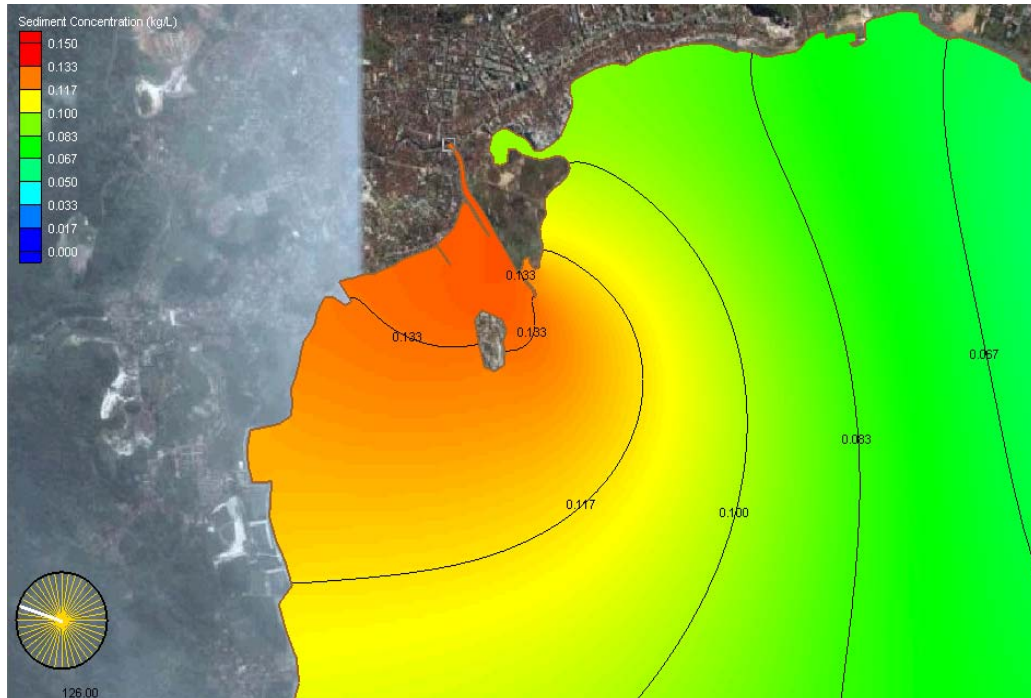
Untuk mengetahui pola transport sedimen secara spasial maka perlu dilakukan pendekatan model matematik yang dapat memberikan gambaran mengenai pola transport sedimen di perairan di sekitar muara sungai Way Kuripan, Bandar Lampung. Adapun mekanisme sedimen transport adalah sebagai berikut :

Berdasarkan hasil pengolahan data sedimen dengan menggunakan pendekatan model total suspended sediment *sed2d*, maka diperoleh pola sebaran *tss* pada saat kondisi pasut mencapai pasang tertinggi, sedimen dari sungai dengan debit konstan 185 m³/detik bernilai 133 mgr/l. Konsentrasi ini berada diatas baku mutu dari nilai yang ditetapkan oleh KLH untuk perairan pelabuhan, yaitu 80 mgr/l. Nilai tss tertinggi ini hanya terjadi di sekitar sungai dan mulut muara sungai, semakin ke arah selatan dan tenggara, nilai tss semakin berkurang. Keterangan tersaji pada Gambar 4.37 dan Gambar 4.38 dibawah.

Nilai tss tertinggi ini hanya terjadi di sekitar sungai dan mulut muara sungai, semakin ke arah selatan dan tenggara, nilai tss semakin berkurang. Secara umum, sebaran konsentrasi sedimen saat pasang lebih rendah pada saat surut. Hal ini dapat dipahami dikarenakan pasut sebagai penggerak utama terjadinya aliran arus dimana sedimen terlarut dalam media air.



Gambar 4.37 Hasil pemodelan *suspended sediment*, kondisi pasang tertinggi



Gambar 4.38 Hasil pemodelan *suspended sediment*, kondisi surut terendah

BAB V

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dengan analisa dan kajian tersebut diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kapasitas pengaliran Sungai Way Kuripan dengan beberapa perlakuan didapatkan muka air sungai:
 - Muara sungai dilakukan pembangunan Jetty tanpa pengerukan terjadi kenaikan muka air sebesar 5,47 % dari kondisi awal.

- Sungai dilakukan pengerukan tanpa pembangunan Jetty terjadi penurunan muka air sebesar 20,97 % dari kondisi awal.
 - Sungai dilakukan pembangunan Jetty dan pengerukan terjadi penurunan muka air sebesar 17,28 % dari kondisi awal.
2. Dengan perlakuan pembuatan Jetty pada bagian muara terjadi penurunan kapasitas sungai ditandai kenaikan muka air sebesar 5,47 %. Sedimen pada bagian muara pada bangunan Jetty lebih cepat tergelontor sehingga tidak menutup mulut sungai.
 3. Pembuatan jetty dan pengerukan muara sungai dapat menurunkan muka air banjir sebesar 17,28 % dan dasar saluran pada ujung Jetty selalu terjaga dari tumpukan sedimen.
 4. Pembangunan jetty berdasarkan analisa perubahan garis pantai dapat bermanfaat menangkap pergerakan sedimen pantai dari arah Tenggara. Garis pantai sebelah kanan Jetty akan maju 50 dalam 10 th. Sedang pantai sebelah kiri Jetty akan mundur sebesar 75 m. Sedimen sejajar pantai dengan adanya Jetty dapat tertahan tidak menutup mulut sungai sehingga kapasitas pengaliran sungai tetap terjaga.
 5. Kondisi pantai di sebelah kiri muara sungai sebagai lahan reklamasi perlu ditinggikan elevasinya dan upaya perlindungan pantai agar tidak terabrasi.

Rekomendasi

Untuk memperlancar kapasitas sungai maka perlu dilakukan:

1. Bangunan jetty tersebut dapat dimanfaatkan untuk mereklamasi pantai sebelah kanan bangunan jetty.
2. Perlu dilakukan pengerukan alur sungai untuk memperbesar kapasitas pengaliran.

3. Lahan reklamasi sebelah kiri muara sungai perlu ditinggikan dan perlindungan di sisi pantainya.
4. Penanganan sedimen memerlukan partisipasi masyarakat di sekitar muara sungai dalam menjaga lingkungan
5. Sepadan sungai dan penataan lingkungan sekitar sungai perlu dilakukan segera.
6. Pengendalian erosi dan pengawasan tata ruang di daerah hulu perlu dilakukan secara konsisten.

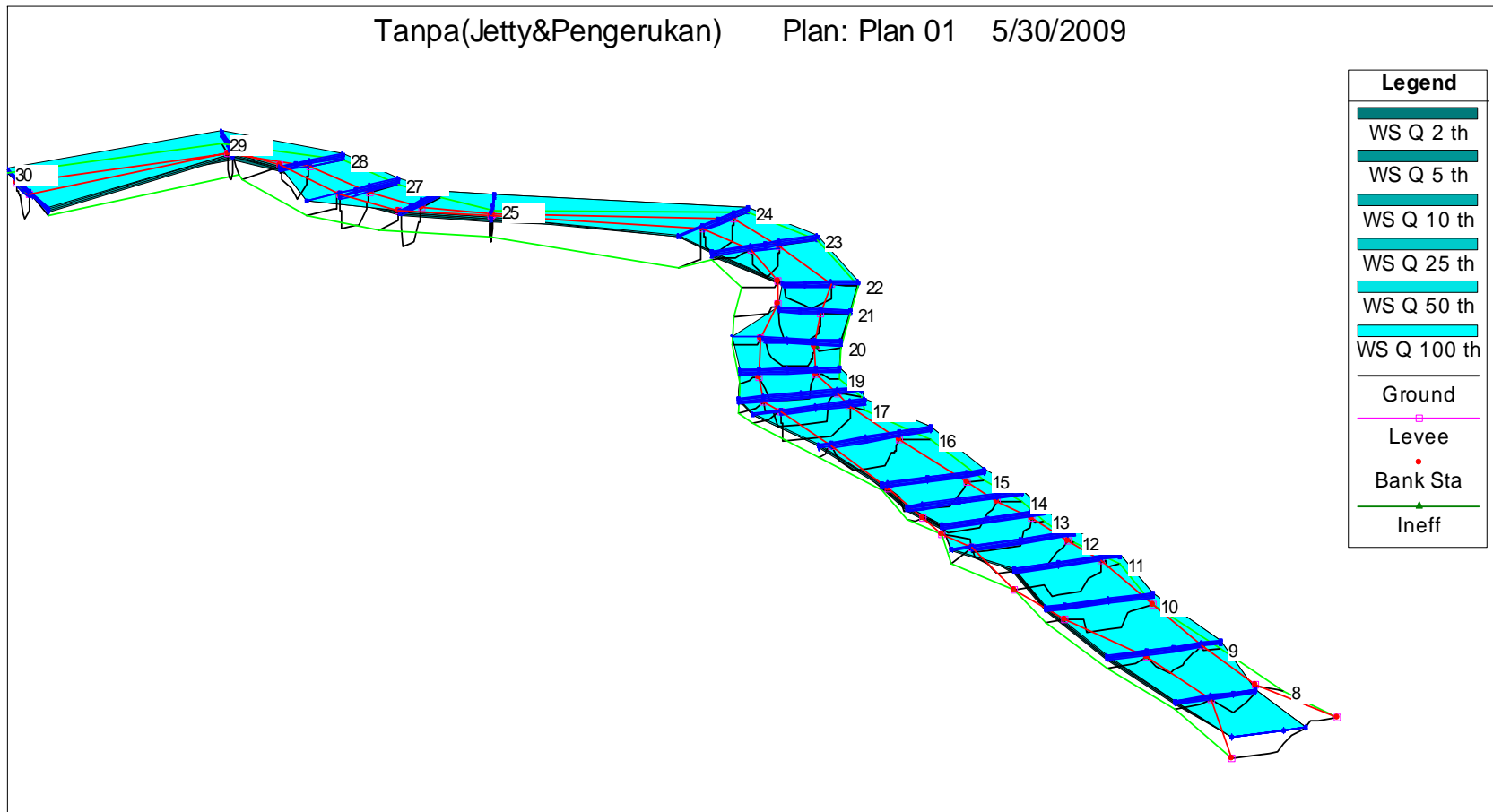
DAFTAR PUSTAKA

- Rosalina, E. V Nensi Ven te. 1992. Hidrolika Saluran terbuka (*Open Channel Hydrolics*). Erlangga. Jakarta.
- Coastal Engineering Manual Volume I & II, 2002, *Waterways Experiment Station, Corps Of Engineers, Departement of The American Army, USA.*
- Djaya Rachman, 1989, Cara menghitung Pasang Surut Laut dengan Metode Admiralty, Penelitian dan Pengembangan Oceanologi, Asean- Australia.

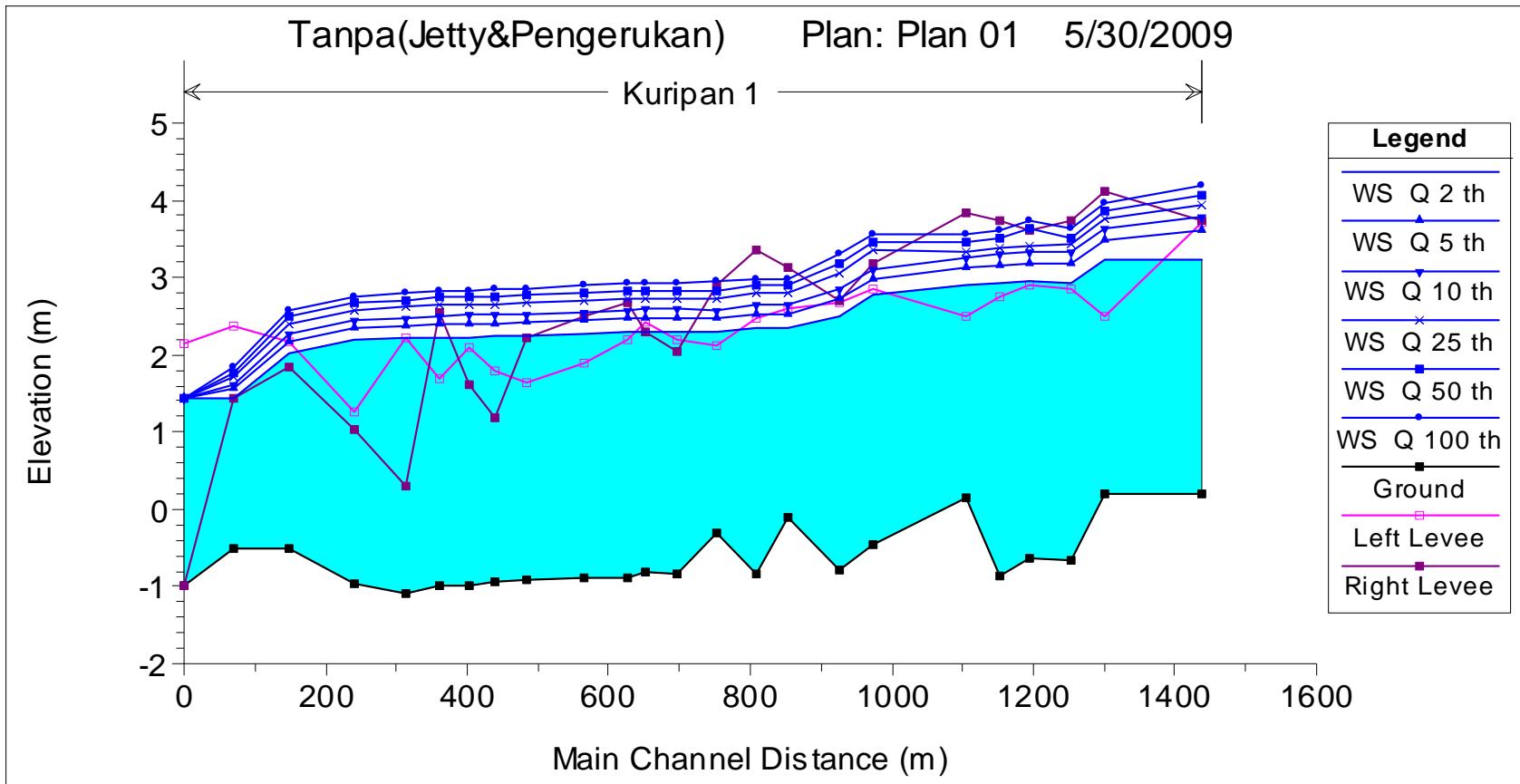
- Harto Br, Sri. 1991. Hidrologi Terapan Edisi III. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J. 2001. Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Makrup, Lalu. 2001. Dasar-dasar Analisis Aliran di Sungai dan Muara. UII Press. Yogyakarta.
- Pariwono John L., 1989, Kondisi Pasang Surut di Indonesia, Penelitian dan Pengembangan Oceanologi, Asean- Australia.
- PT. Bina Buana Raya. 2006 SID Pengamanan Pantai Kota Bandar Lampung. Departemen Pekerjaan Umum-Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung.
- Shore Protection Manual volume I & II, 1984, *Waterways Experiment Station Corps Of Engineers*, Departement Of the American Army, USA.
- Soemarto. 1986. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sosrodarsono, Suyono. 1976. Hidrologi untuk Pengairan. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Triatmojo, B., 1999, Teknik Pantai, Beta offset
- Triatmodjo, Bambang. 2003. Pelabuhan. Beta Offset. Yogyakarta.
- Yuwono, Nur, 1997, Pengelolaan Daerah Pantai (Coastal Zone Management), Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.
- , 2003. Pedoman Penulisan Tesis Magister Teknik Sipil. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang
- , 1995, Program Admiralty, Institut Teknologi Bandung

LAMPIRAN

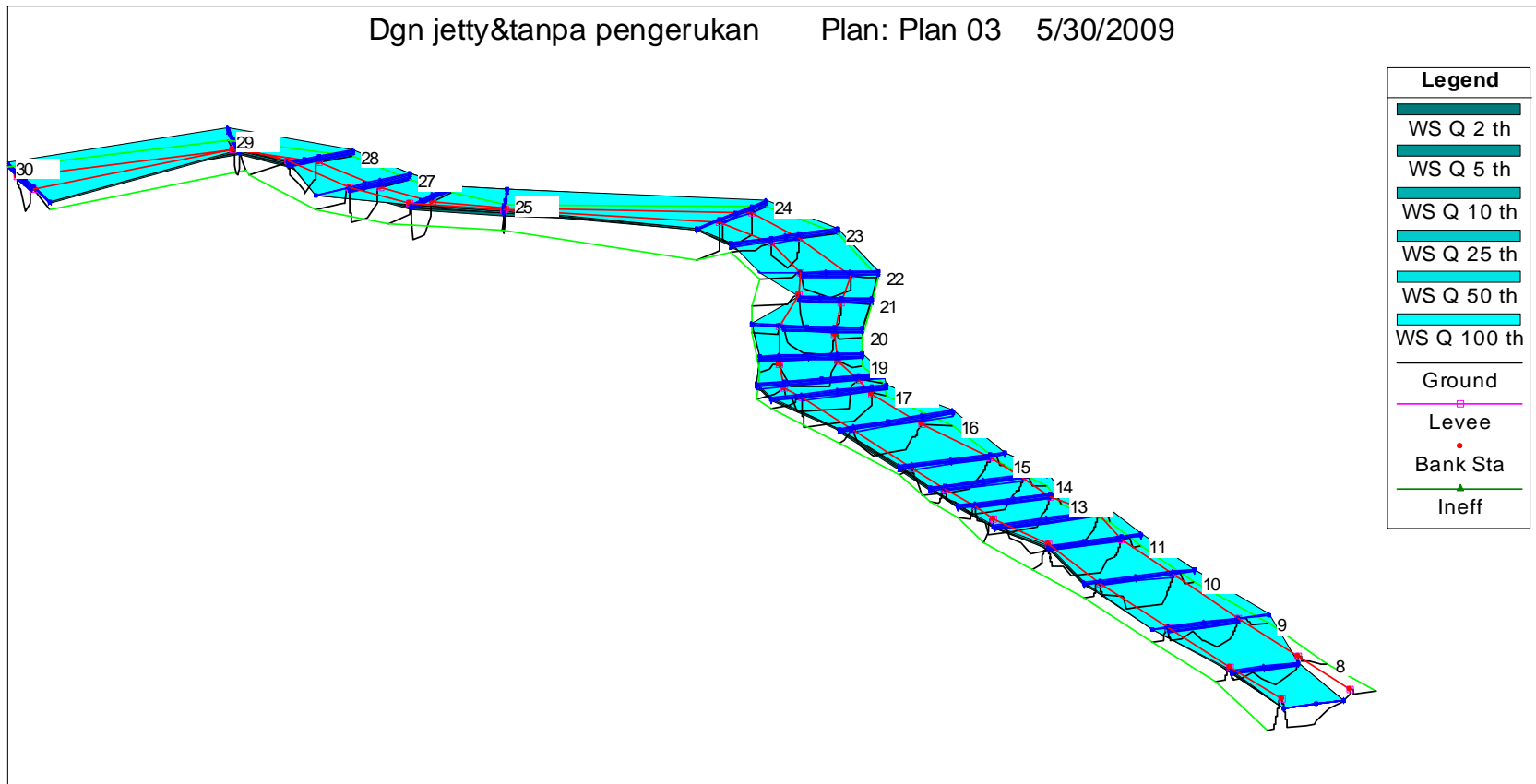
Lampiran 1 Prespektif ruas sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan	115
Lampiran 2 Profil muka air sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan	116
Lampiran 3 Prespektif ruas sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan	117
Lampiran 4 Profil muka air ruas sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan	118
Lampiran 5 Prespektif ruas sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty	119
Lampiran 6 Profil muka air sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty	120
Lampiran 7 Prespektif sungai dengan Jetty dan pengerukan	121
Lampiran 8 Profil muka air sungai dengan Jetty dan pengerukan	122
Lampiran 8 Grafik hubungan tinggi muka air dengan 4 kondisi perlakuan	123



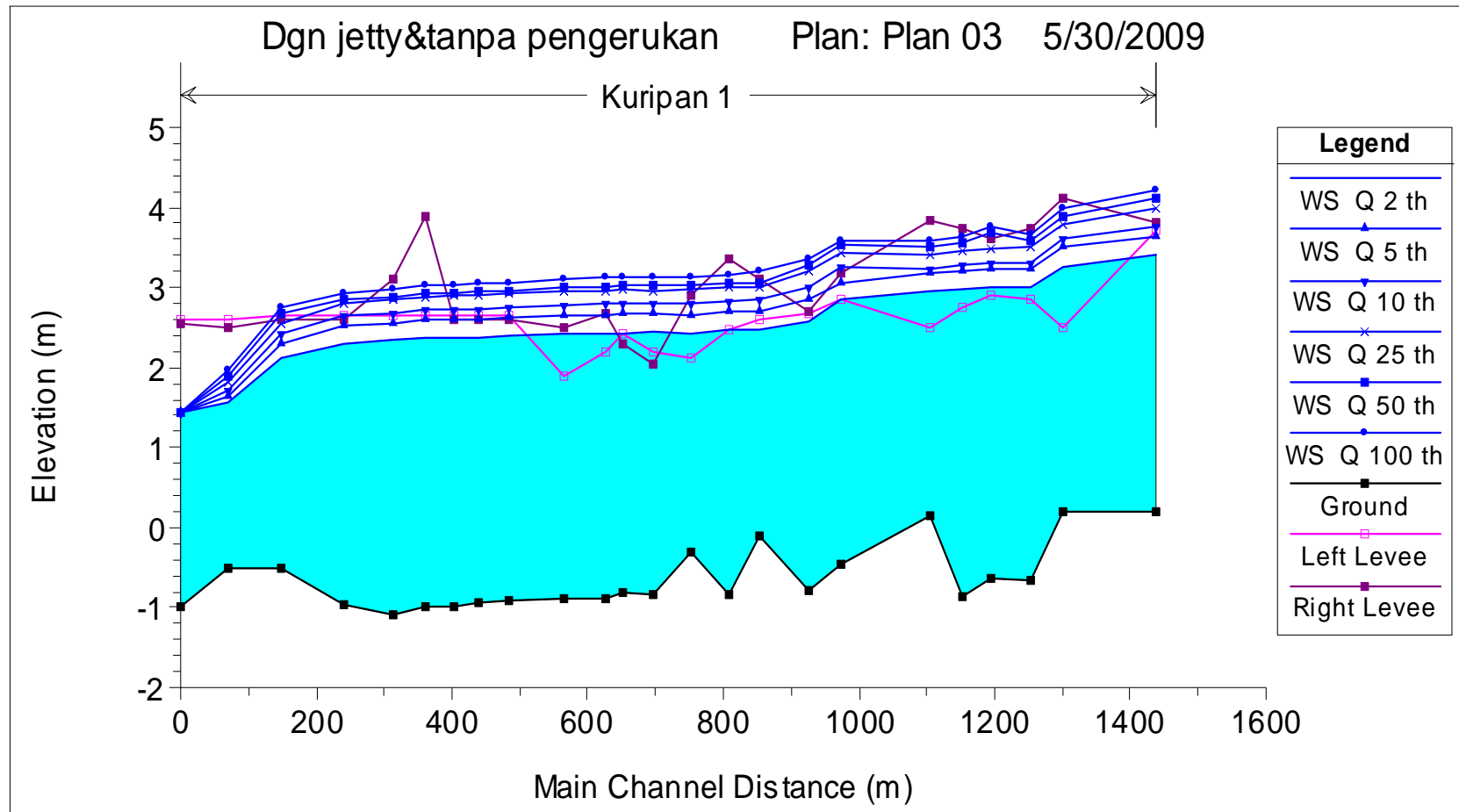
Lampiran 1 Prespektif ruas sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan



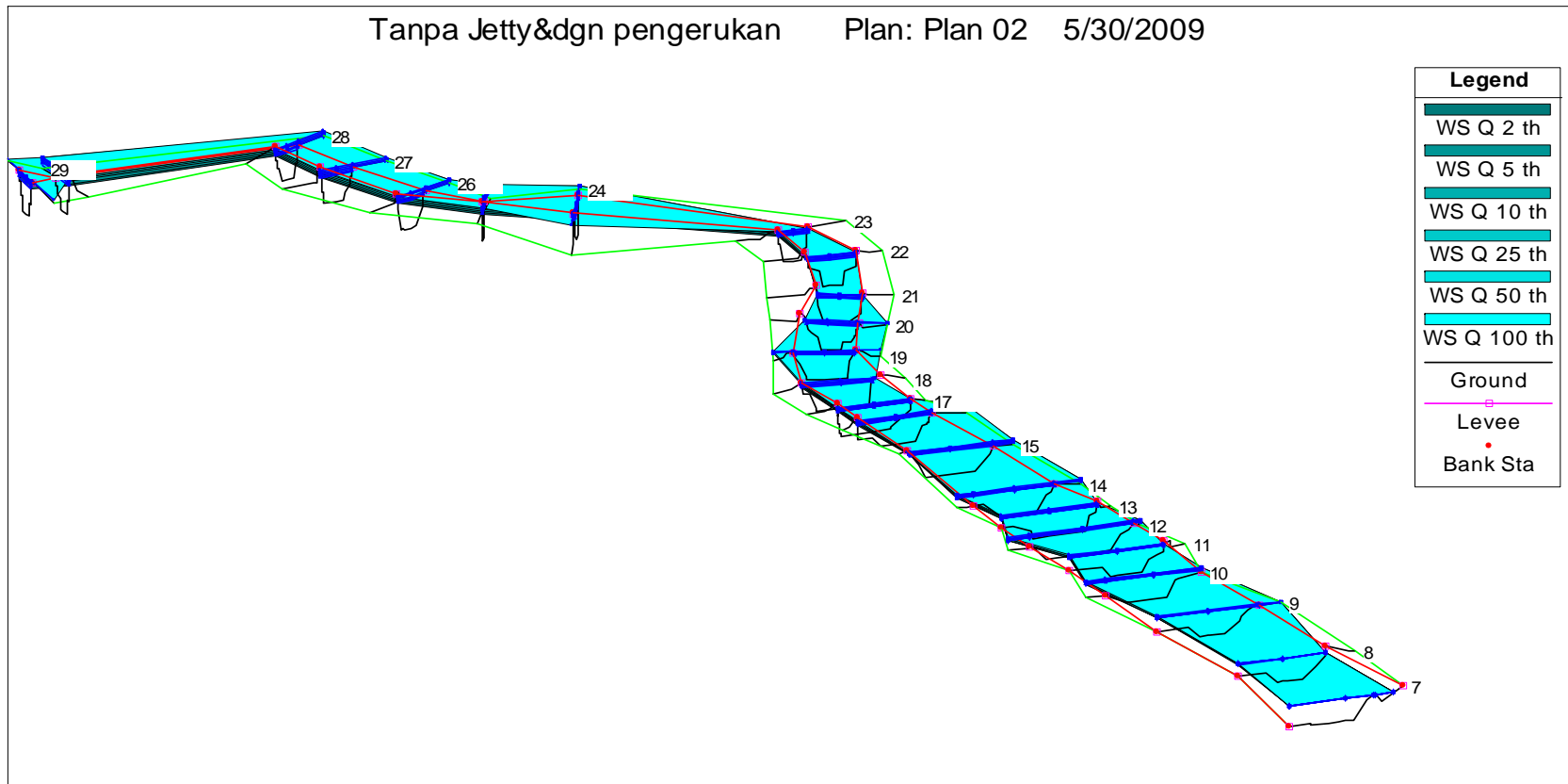
Lampiran 2 Profil muka air sungai tanpa Jetty dan tanpa pengerukan



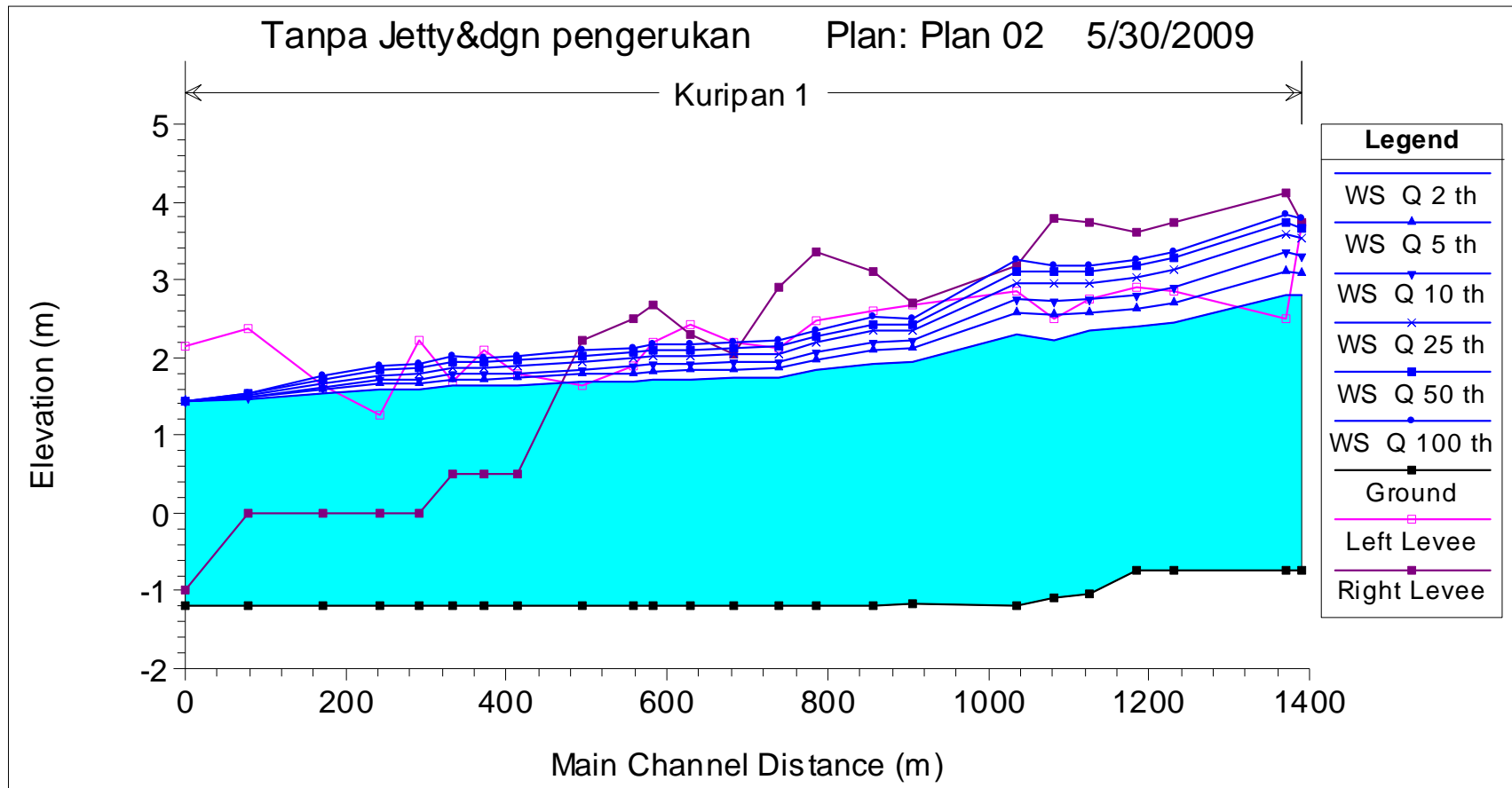
Lampiran 3 Prespektif ruas sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan



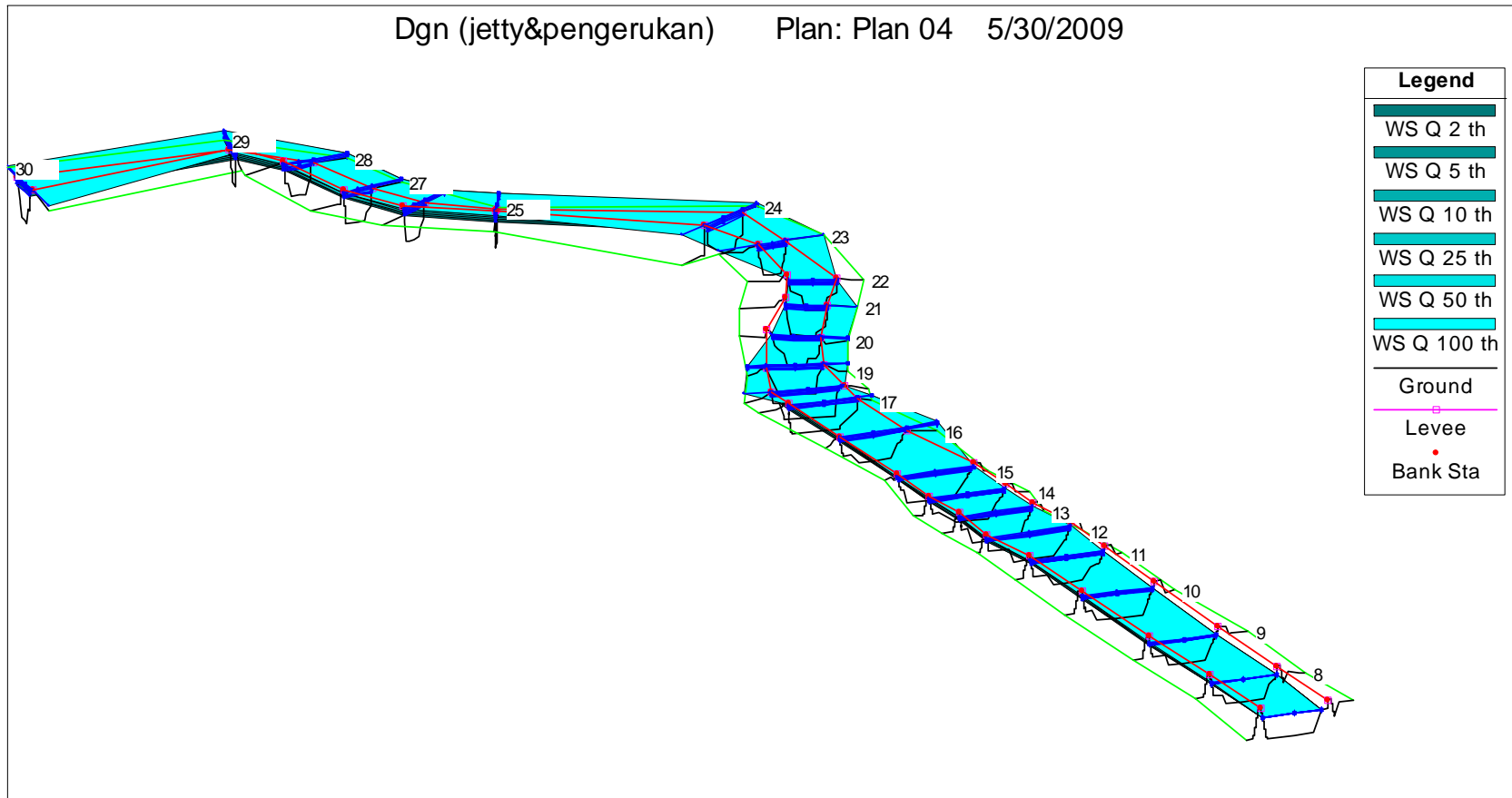
Lampiran 4 Profil muka air ruas sungai dengan Jetty dan tanpa pengerukan



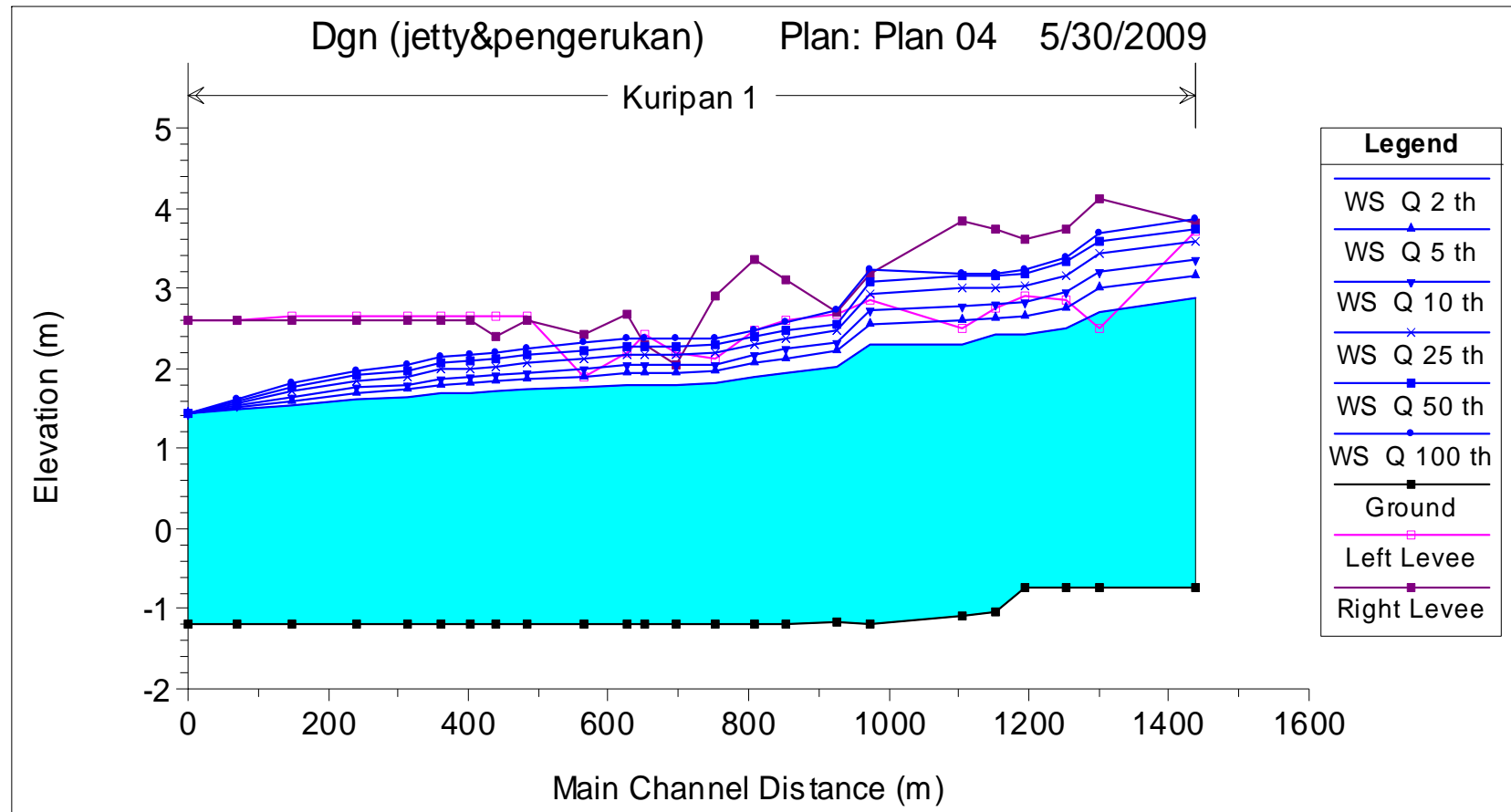
Lampiran 5 Prespektif ruas sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty



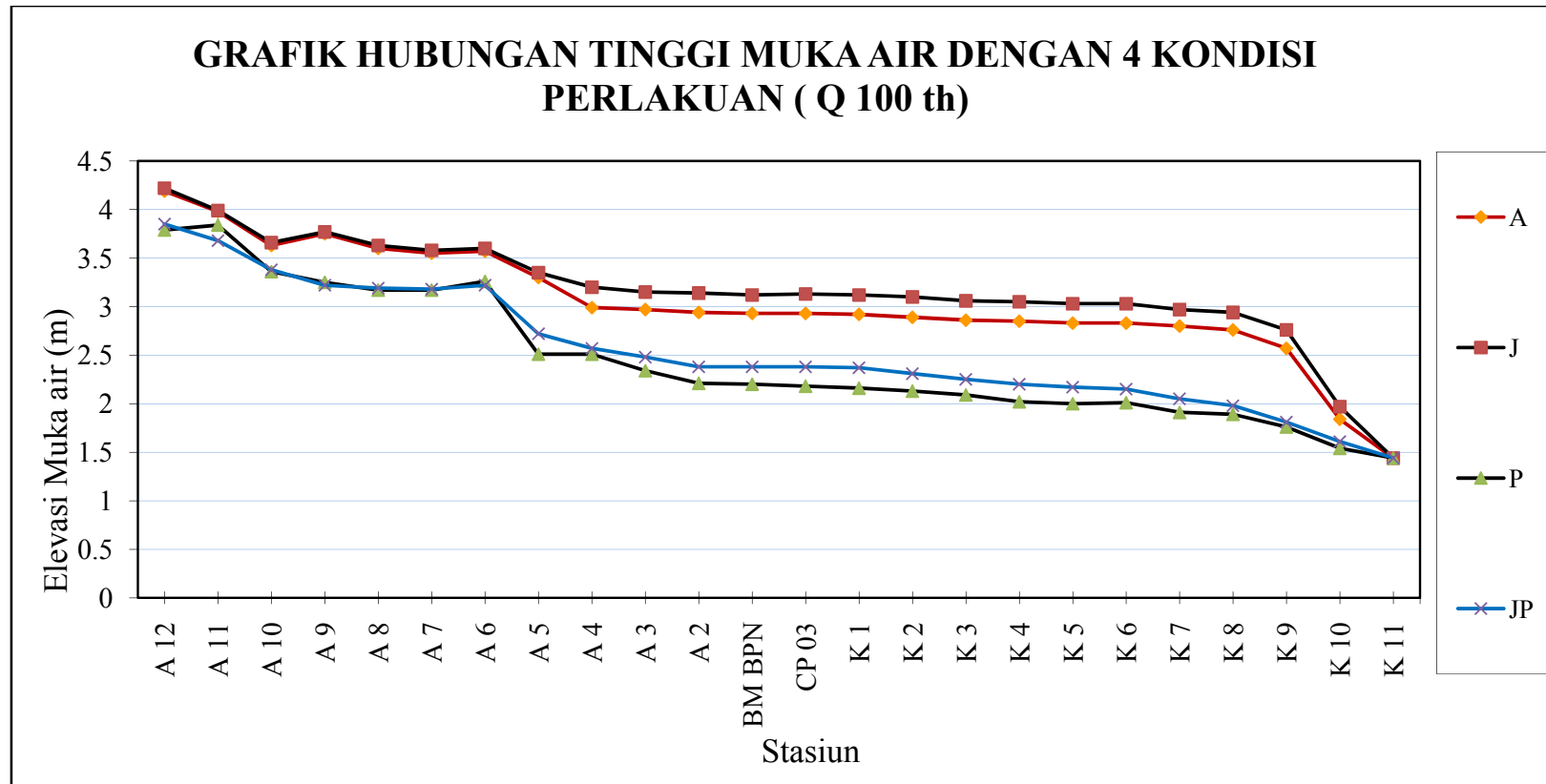
Lampiran 6 Profil muka air sungai dengan pengerukan dan tanpa Jetty



Lampiran 7 Prespektif sungai dengan Jetty dan pengerukan



Lampiran 8 Profil muka air sungai dengan Jetty dan pengerukan



Lampiran 8 Grafik hubungan tinggi muka air dengan 4 kondisi perlakuan

